はじめに

何故，物体はこのように動くのか。

何故，電流はあのように流れるのか……。

この講座は，今まで物理を全くやったことがない，または，中学ではやったはずだがチンプンカンプンという人のための，物理の超入門講座です。

内容は高等学校の物理基礎に即していますが，どのテーマもはじめの一歩から丁寧に解説していますので，臆せず，じっくりと学習して，少しずつでも物理の知識や考え方を身に付けましょう。

また，なるべく細かく分けたため，PART 数は 47 と多めですが，各 PART は解説動画の時間的にも内容的にも一口サイズになっているので，進めやすいはずです。一気にやる必要はないので，ゆっくりと理解しながら進めていってください。

物理ははじめに述べたような疑問に答える科目です。そのためには知識だけでは駄目で，数学を扱う技術と，現象をイメージする力が不可欠です。この講座を受けながらイメージを自分の頭の中に浮かべる練習もしていってください。また, 手を動かして数式を立てる・計算を進める，ということもしっかりと練習していってください。これらをサボらずに本講座を修了されたなら，必ず，物理の力がついているはずです。

千里の道も一歩から。

さあ，はじめましょう。

中野　喜允

講義の受け方

受講対象

主に「物理基礎」を初めて学ぶ人

講座の構成

各 PART は「講義」「演習問題」「確認テスト」で構成されています。

- **講義**　基本的な知識や重要事項を短い動画で学びます。
- **演習問題**　短い動画を見て，講師と一緒に問題を解きましょう。
- **確認テスト**　授業で学んだ内容を，異なる問題で復習しましょう。

学習の流れ

- **予習**　基本的に不要です。
- **授業**　「講義」と「演習問題」の動画で学びましょう。
- **復習**　授業で学んだ内容を，確認テストで復習しましょう。

テキストの使い方

テキストは重要なところを穴埋め形式にしてあります。授業を受けながら色ペンなどで埋めていき，復習の際にはそこを中心に確認していくとよいでしょう。また，基本的には左ページはテキストの文章，右ページはメモ用になっているので，適宜，気がついたことを書き込んで学習に役立ててください。

< Note >

目次

第1講 運動の表し方
PART1 速さ
PART2 速度
PART3 速度の合成と相対速度
PART4 加速度
PART5 等加速度直線運動の公式
PART6 自由落下
PART7 鉛直投げ上げ・鉛直投げ下ろし

第2講 様々な力とそのはたらき
PART1 力1
PART2 力2
PART3 力のつりあい
PART4 運動の3法則
PART5 運動方程式
PART6 静止摩擦力
PART7 動摩擦力
PART8 その他の力

第3講 力学的エネルギー
PART1 仕事
PART2 運動エネルギー
PART3 仕事と運動エネルギーの関係
PART4 位置エネルギー
PART5 力学的エネルギー保存則

第4講 熱
PART1 熱と温度
PART2 熱量保存則
PART3 物質の三態と潜熱
PART4 熱と仕事

第5講 波
PART1 波とは
PART2 波形グラフと振動グラフ
PART3 波の基本式
PART4 横波と縦波
PART5 重ね合わせの原理
PART6 反射
PART7 定常波

第6講 音
PART1 音波
PART2 弦の振動
PART3 気柱の共鳴1
PART4 気柱の共鳴2

第7講 電気
PART1 電気量と静電気力
PART2 電流
PART3 抵抗とオームの法則
PART4 ジュール熱
PART5 電流と磁場
PART6 電磁誘導
PART7 交流
PART8 変圧器と電力輸送

第8講 エネルギーの利用
PART1 エネルギーの利用と変換
PART2 放射線

第9講 物理基礎のための数学
PART1 物理基礎のための数学1
PART2 物理基礎のための数学2

< Note >

第 1 講　運動の表し方

PART1 速さ

目標　速さの定義を確認。移動距離の計算などをマスター。

Chapter1　速さ

1　速さ

単位時間あたりの移動距離を，その物体の**速さ**という。

[単位：m/s]

（v：速さ [m/s]　x：移動距離 [m]　t：かかった時間 [s]）

【注】
瞬間の速さ：ある時刻における速さ
平均の速さ：移動距離を経過時間で割り算して得られる速さ

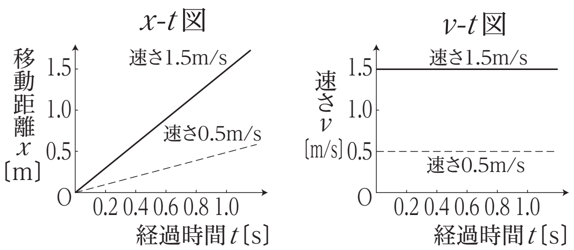
2　等速直線運動

一定の速さ v[m/s] で時間 t[s] だけ運動したときの移動距離は

[単位：m]

（x：移動距離 [m]　v：速さ [m/s]　t：かかった時間 [s]）

【参考】等速直線運動のグラフ



講師からのMessage

小学校で習う速さの概念の復習です。速さの定義や移動距離の計算を確認しましょう。

重要

単位時間とは
1s(秒) あたりや 1h(時間) あたりなどの，決められた時間あたりの量を考えるとき，「単位時間あたり」という。

知っておこう

物理では，普通，時間は 1s あたりで考えることが多い。

覚えておこう

一定の速さのことを等速という。

覚えておこう

単位
長さ：m（メートル）
時間：s（秒）
速さ：m/s（メートル毎秒）

まとめ

移動距離 ＝ 速さ × 時間

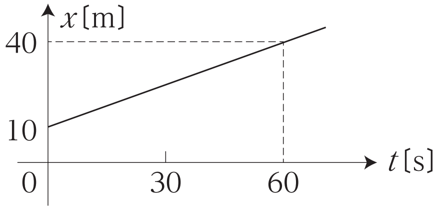
Chapter2　演習問題

問 1　500m を 20s 間で進むとき，平均の速さはいくらか。

問 2　1m/s は何 km/h か。

問 3　一定の速さ 30m/s で走る車は，9.0km を走るのに何分かかるか。

問 4　ある物体が一定の速さで x 軸上を運動している。その物体の x[m] 座標と時刻 t[s] の関係を表したものが下図のようになった。この物体の速さ [m/s] を求めよ。



ここがPOINT

速さの定義を確認しましょう。

< Note >

第 1 講　PART1　確認問題

問 1　次の各問いに答えなさい。

(1) 100m を 10 秒で走る陸上選手の平均の速さはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1m/s　　②　6m/s　　③　10m/s　　④　16m/s

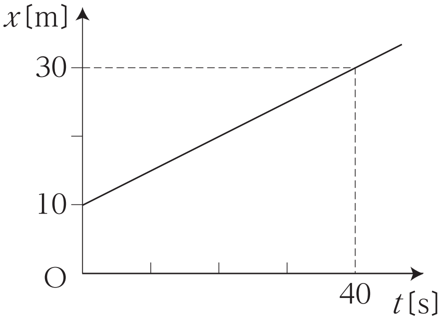
(2) 400km の道のりを一定の速さ 32km/h で進むと，何時間かかるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　8 時間　　②　12.5 時間　　③　16 時間　　④　25 時間

(3) 90km/h で進む電車は，1 分間では何 m 進むか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　900m　　②　1500m　　③　1800m　　④　3000m

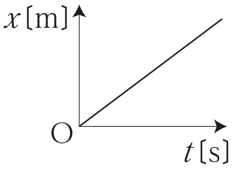
(4) 次の図は，x 軸上を一定の速さで運動している物体の位置 x〔m〕と時刻 t〔s〕の関係を表している。物体の速さはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。



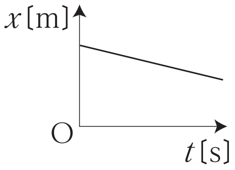
①　0.25m/s　　②　0.50m/s　　③　0.75m/s　　④　1.0m/s

(5) 等速直線運動を表すグラフとして**誤っているもの**を，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

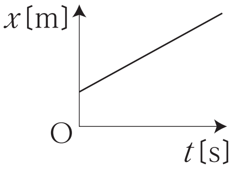
a



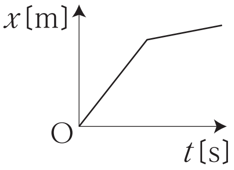
b



c



d



①　a　　②　b　　③　c　　④　d

PART2 速度

目標　向きを含めて考える，変位・速度の概念を学びましょう。

Chapter1　速度

1　変位

物体が**どの向きにどれだけ移動したか**，つまり，「**移動距離**」と「**向き**」を**セット**にしてあわせ持つ量を**変位**という。

2　速度

「速さ」と「向き」をセットにしてあわせ持つ量を**速度**という。

単位時間あたりの変位を，その物体の**速度**という。

[単位：m/s]

（v：速度 [m/s]　x：変位 [m]　t：かかった時間 [s]）

【注】

瞬間の速度：ある時刻における速度

平均の速度：変位を経過時間で割り算して得られる速度

3　等速直線運動

一定の速度 v [m/s] で時間 t[s] だけ運動したときの変位は

[単位：m]

（x：変位 [m]　v：速度 [m/s]　t：かかった時間 [s]）

まとめ

「変位」・「速度」ともに，向きを含んだ量。

講師からのMessage

今回は「向き」も含めて考えます。

重要

速度の定義式について。見た目はPART1のものと同じですが，xは変位，vは速度を表し，意味が違います。式の中に「向き」も含まれています。

復習

瞬間・平均の考え方は，速さのときと同じです。

知っておこう

一般に，**大きさと向きをセット**にした量を「**ベクトル**」といい，$\vec{v}$のように文字の上に矢印をつけて表します。**速度**や，後に出てくる**力**などは，**ベクトル量**の典型例です。

ついでに覚えておこう

英語では
　速さ：speed
　速度：velocity

＜ Note ＞

Chapter2　演習問題

問 1　右向きを正方向として，速さ 30m/s で右向きに走る物体の速度はいくらか。

問 2　右向きを正方向として，速さ 20m/s で左向きに走る物体の速度はいくらか。

問 3　小球が点 O を出発して，右へ 50m 進んだ後，15m だけ左へ移動した。このとき，小球の点 O からの変位と道のりを求めよ。

ここがPOINT

正方向をきちんと確認し，「どちらの向きに」「どれだけ」移動したのか，という考え方を身につけましょう。

< Note >

第1講　PART2　確認問題

問 1　ある物体が点 O から右向きに 25m 進んだ後，左向きに 15m だけ移動した。右向きを正方向として，次の各問いに答えなさい。

(1) 物体の点 O からの移動距離はいくらか。

①　10m　　②　15m　　③　25m　　④　40m

(2) 物体の点 O からの変位はいくらか。

①　− 40m　　②　− 10m　　③　＋ 10m　　④　＋ 40m

問 2　次の各問いに答えなさい。

(1) 右向きを正方向として，5.0 秒間で右向きに 20m 変位したときの速度はいくらか。

①　＋ 4.0m/s　　②　＋ 100m/s　　③　− 4.0m/s　　④　− 100m/s

(2) 右向きを正方向として，3.0 秒間で左向きに 15m 変位したときの速度はいくらか。

①　＋ 5.0m/s　　②　＋ 45m/s　　③　− 5.0m/s　　④　− 45m/s

(3) 上向きを正方向として，下向きに 10m/s で落下する物体の速度はいくらか。

①　＋ 10m/s　　②　＋ 1.0m/s　　③　− 1.0m/s　　④　− 10m/s

(4) 東向きを正方向として，西向きに 5.0m/s で移動する物体の 10 秒間の変位はいくらか。

①　＋ 2.0m　　②　＋ 50m　　③　− 2.0m　　④　− 50m

＜ Note ＞

PART3 速度の合成と相対速度

目標　動いている物体から見た他の物体の速度について，考え方を理解しましょう。

Chapter1　速度の合成と相対速度

1　速度の合成

速度 v_A で運動している物体 A の上で，物体 A に対する速度 v_B で物体 B が運動する場合，静止した人から見ると，物体 B の速度 v は

となる。これを**速度の合成**という。

2　相対速度

運動している物体 A から見た物体 B の速度を，**物体 A に対する物体 B の相対速度**という。

静止している人から見た物体 A の速度が v_A，物体 B の速度が v_B のとき，物体 A に対する物体 B の相対速度 v は

となる。

まとめ

物体の速度は，静止して見る場合と運動しながら見る場合とでは異なる！

講師からのMessage

動いている物体から見た速度について考えます。正の向きなどに気を付けて，混乱しないようにすすめましょう。

重要

速度の合成・相対速度ともに，計算するときは**向きも含めて**考えることに注意！

知っておこう

物体 A に対する
⇒物体 A から見て

重要

相対速度を出したいときは，**見ている人の速度**を引く！

覚えておこう

速度の合成　⇒　**和**
相対速度　⇒　**差**

＜ Note ＞

Chapter2　演習問題

問 1　水の流れが東向きに 10m/s の川で，船が東向きに 2m/s(静水に対する速度) で運動する場合，静止した人から見て，物体の速度はいくらか。

問 2　東向きに 3m/s で運動している物体 A と，東向きに 12m/s で運動する物体 B がある。物体 A から見た，物体 B の速さはいくらか。また，向きも答えよ。

問 3　南向きに 50km/h で運動している自動車から，北向きに 20km/h で運動するバイクを見たとき，バイクの速度はどの向きに何 km/h か。

ここがPOINT

問 1 は**速度の合成**
問 2，問 3 は**相対速度**
の確認問題です。
　正方向を定めて，機械的に考えると良いです。

< Note >

第1講　PART3　確認問題

問 1　静水に対して 5.0m/s で進む船が，水の流れが東向きに 3.0m/s の川を進む。川岸で静止している人から船を見た場合について，次の各問いに答えよ。

(1) 川の流れと同じ向きに進む船の速度を求めよ。

①　東向きに 2.0m/s　　②　東向きに 8.0m/s
③　西向きに 2.0m/s　　④　西向きに 8.0m/s

(2) 川の流れと逆向きに進む船の速度を求めよ。

①　東向きに 2.0m/s　　②　東向きに 8.0m/s
③　西向きに 2.0m/s　　④　西向きに 8.0m/s

問 2　次の各問いに答えよ。

(1) 右向きに 4.0m/s で進む物体 A から，右向きに 5.0m/s で進む物体 B を見た場合の速度の向きと大きさはいくらか。

①　右向きに 1.0m/s　　②　右向きに 9.0m/s
③　左向きに 1.0m/s　　④　左向きに 9.0m/s

(2) 北向きに 30km/h で走行する自動車から，南向きに 60km/h で走行する電車を見た場合の速度の向きと大きさはいくらか。

①　北向きに 30km/h　　②　北向きに 90km/h
③　南向きに 30km/h　　④　南向きに 90km/h

< Note >

PART4 加速度

目標　速度の変化をとらえる量「加速度」の概念を理解しましょう。

Chapter1　加速度

1　加速度

・加速度とは

物体の速度が変化するとき，単位時間あたりの速度の変化を**加速度**という。

[単位：m/s^2]

（a：加速度 [m/s^2]　Δv：速度の変化 [m/s]　t：かかった時間 [s]）

・加速度の向き

物体が運動している向きに正方向を定める。物体の速度が

増加するとき，加速度は**正**

減少するとき，加速度は**負**

・瞬間と平均

速度と同様に，瞬間の加速度と平均の加速度という概念がある。

【注】
瞬間の加速度：ある時刻における加速度
平均の加速度：速度の変化を経過時間で割り算して得られる加速度

まとめ

加速度は速度の時間変化率

講師からのMessage

実際の運動では，速度が変化するのが普通です。向きも含めて，速度の変化を扱うための量である**加速度**について学びましょう。

重要

加速度が負のとき，加速度と物体の運動方向は**逆向き**である。

覚えておこう

変位の単位：m
速度の単位：m/s
加速度の単位：m/s^2

知っておこう

速さが変わらず，運動の向きだけが変わる場合も，**加速度運動**という。

< Note >

Chapter2　演習問題

問 1　速さ 10m/s で進んでいた自動車がブレーキをかけたところ，一様に減速して 2.0s 後に止まった。加速度の大きさはいくらか。

問 2　直線上を右向きの速度 12m/s で進んでいた物体が，$0.50\mathrm{m/s^2}$ の一定の加速度で 4.0s 間運動すると，速度はいくらになるか。

問 3　x 軸上を初速度 12m/s で進む物体が，$-2.0\mathrm{m/s^2}$ の一定の加速度で 10s 間運動すると，速度はいくらになるか。

ここがPOINT

加速度の定義と意味をしっかりと確認しましょう。

< Note >

第 1 講　PART4　確認問題

問 1　次の各問いに答えよ。

(1) 静止していた自動車が，一定の加速度で加速し，5.0 秒後に速さが 10m/s になった。このときの加速度の大きさを求めよ。

① 0.50m/s^2　② 2.0 m/s^2　③ 5.0m/s^2　④ 50m/s^2

(2) 直線上を右向きに 2.0m/s で進んでいた物体が, 一定の加速度で加速し始めてから 2.0 秒後の速度は右向きに 4.0m/s となった。右向きを正として，このときの加速度を求めよ。

① ＋ 1.0m/s^2　② ＋ 3.0m/s^2　③ − 1.0m/s^2　④ − 3.0m/s^2

(3) 直線上を右向きに 6.0m/s で進んでいた物体が, 一定の加速度で加速し始めてから 3.0 秒後の速度は右向きに 3.0m/s となった。右向きを正として，このときの加速度を求めよ。

① ＋ 1.0m/s^2　② ＋ 3.0m/s^2　③ − 1.0m/s^2　④ − 3.0m/s^2

(4) x 軸上を正の向きに 3.0m/s で進む物体が，2.0m/s^2 の一定の加速度で 3.0 秒間運動したときの速度を求めよ。

① ＋ 3.0m/s　② ＋ 9.0m/s　③ − 3.0m/s　④ − 9.0m/s

(5) 東向きに 12m/s で走行していた自動車が，− 3.0m/s^2 の一定の加速度で進んだ場合，静止するのは何秒後か。

① 2.0 秒後　② 3.0 秒後　③ 4.0 秒後　④ 5.0 秒後

< Note >

PART5 等加速度直線運動の公式

目標　公式を使って，速度や変位の計算を自分でやれるようにしましょう。

Chapter1　等加速度直線運動の公式

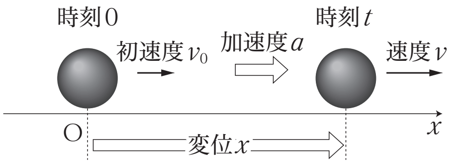
1　等加速度直線運動の公式

①速度について

②変位について

③便利な式

(v：速度　v_0：初速度　x：変位　a：加速度　t：時間または時刻)



まとめ

加速度が一定のときには，上式だけで問題が解ける。

講師からのMessage

３つの公式を覚えて使えるようにしましょう。もちろん，式の意味をきちんと理解すれば，覚えることも，そんなに大変ではないはずです。

重要

$v = v_0 + at$

$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$

$v^2 - v_0^2 = 2ax$

知っておこう

あくまでも，**加速度が一定のときだけ**成り立つ式です。

< Note >

Chapter2　演習問題

物体がはじめ速度 10m/s で運動していた。一定の加速度をかけていったところ，加速度をかけ始めて 6.0s 後，物体の速さは負の向きに 20m/s になった。はじめに物体が走っていた方向を速度，加速度の正方向とする。

問 1　物体の加速度を求めよ。

問 2　加速度をかけ始めてから何 s 後に速度が 0 となるか。

問 3　加速度をかけ始めてからいったん止まるまでの間に，物体が進む距離を求めよ。

ここがPOINT

3 つの公式を駆使するだけです。

重要

$v = v_0 + at$

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

$v^2 - v_0{}^2 = 2ax$

< Note >

第 1 講　PART5　確認問題

問 1　次の各問いに答えなさい。

(1) 正の向きに，初速度 10m/s で運動していた物体が，加速度 2.0m/s^2 で 3.0 秒間加速したときの速度の大きさはいくらか。

①　10m/s　　②　12m/s　　③　14m/s　　④　16m/s

(2) 正の向きに，初速度 5.0m/s，加速度 1.0m/s^2 で運動している物体の 2.0 秒後の変位を求めよ。

①　＋ 8.0m　　②　＋ 12m　　③　－ 8.0m　　④　－ 12m

(3) 正の向きに, 初速度 5.0m/s で運動していた物体が一定の加速度で運動の向きに 4.0m 変位したとき，速度が正の向きに 3.0m/s になった。このときの物体の加速度を求めよ。

①　＋ 1.0m/s^2　　②　＋ 2.0m/s^2　　③　－ 1.0m/s^2　　④　－ 2.0m/s^2

問 2　x 軸上を運動する物体が点 O を正の向きに 5.0m/s で通過した瞬間から，一定の加速度で 4.0 秒間運動したところ，速度は負の向きに 3.0m/s となった。次の各問いに答えよ。

(1) 4.0 秒間運動している間の加速度を求めよ。

①　＋ 2.0m/s^2　　②　＋ 4.0m/s^2　　③　－ 2.0m/s^2　　④　－ 4.0m/s^2

(2) 物体が点 O を通過してから静止するまでの時間を求めよ。

①　0.50s　　②　1.5s　　③　2.5s　　④　3.5s

(3) 物体が点 O を通過してから 4.0 秒後の変位を求めよ。

①　＋ 4.0m　　②　＋ 8.0m　　③　－ 4.0m　　④　－ 8.0m

(4) 物体が点 O を通過してから 4.0 秒後までの移動距離を求めよ。

①　4.5m　　②　8.5m　　③　16m　　④　20m

＜ Note ＞

PART6 自由落下

目標　重力だけを受けて運動する物体について考えましょう。

Chapter1　自由落下

1　重力加速度

・**自由落下**

物体が重力だけの影響を受け，初速度０で落下する運動を**自由落下**という。

・**重力加速度**

自由落下のときの加速度は，どんな物体でも一様で鉛直下向きに約 9.8m/s^2 であり，これを g と書く。

2　自由落下を表す式

鉛直下向きを正方向として

①速度について

②変位について

③便利な式

（v：速度　v_0：初速度　x：変位　g：加速度　t：時間または時刻）

まとめ

物体はすべて，共通の重力加速度 g=9.8m/s^2 で落下する。

講師からのMessage

重力だけの影響を受けて運動する物体の扱い方を学びます。質量によらず，すべての物体は同じ重力加速度の下で運動することに注意しましょう。

重要

重力加速度は，質量によらず，全ての物体に共通に $g = 9.8\text{m/s}^2$ である。

知っておこう

厳密には，地球の自転や標高の影響があり，場所ごとに重力加速度の大きさは少しずつ異なる。

覚えておこう

「静かに放す」とは「初速度０で運動させた」という意味。

重要

$v = v_0 + at$

$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

$v^2 - v_0{}^2 = 2ax$

で，$a = g$ とする。

< Note >

Chapter2　演習問題

重力加速度を 9.8m/s^2 とする。

問 1　物体を自由落下させた。1s 後の物体の速さと移動距離を求めよ。

問 2　高さ 19.6m の屋上から物体を自由落下させた。物体は何 s 後に地面に着くか。

問 3　ある高さのところから物体を自由落下させたところ，地面に着く直前の物体の速さは 19.6m/s であった。物体を放した位置は何 m の高さか。

ここがPOINT

全問とも，等加速度直線運動の公式を加速度 g として使うだけです。

< Note >

第1講 PART6 確認問題

問 1 次の各問いに答えよ。ただし，重力加速度の大きさを $9.8\mathrm{m/s^2}$ とする。

(1) 物体を自由落下させた。1.5 秒後の物体の速さを求めよ。

① 4.9m/s ② 9.8m/s ③ 14.7m/s ④ 19.6m/s

(2) 物体を自由落下させた。2.0 秒後までの落下距離を求めよ。

① 14.7m ② 19.6m ③ 29.4m ④ 44.1m

問 2 地上から 44.1m の高さから物体を自由落下させた。重力加速度の大きさを $9.8\mathrm{m/s^2}$ として，次の各問いに答えよ。

(1) 地面に達するのは何秒後か。

① 1.0 秒後 ② 2.0 秒後 ③ 3.0 秒後 ④ 4.0 秒後

(2) 地面に達したときの速さを求めよ。

① 9.8m/s ② 19.6m/s ③ 29.4m/s ④ 39.2m/s

(3) 出発点から 4.9m 落下したときの速さを求めよ。

① 4.9m/s ② 9.8m/s ③ 14.7m/s ④ 19.8m/s

< Note >

PART7 鉛直投げ上げ・鉛直投げ下ろし

目標　鉛直投げ上げ・鉛直投げ下ろしについて学びましょう。

Chapter1　投げ上げ

1　鉛直投げ上げ

物体をある初速度で鉛直上向きに投げると，物体の速度は次第に遅くなっていき，やがて最高点で０となる。その後の物体の運動は，最高点をスタート地点とする自由落下となる。

このとき，終始**一定の重力加速度の下での運動**となっている。
※最高点で折り返す前後で場合分けなどは必要ない。

2　鉛直投げ下ろし

物体をある初速度で鉛直下向きに投げる場合も，終始一定の重力加速度の下での運動となっており，物体の速度は次第に速くなっていく。

講師からのMessage

ここでは，**初速度がある場合**の，重力加速度の下での運動を考えます。正負の向きに注意しましょう。

重要

使う式は下の等加速度運動の公式３つのみです。

復習

$v = v_0 + at$

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$

$v^2 - v_0^2 = 2ax$

重要

加速度の大きさは g です。

重要

正方向の向きに注意しましょう。

まとめ

等加速度運動の公式を，加速度 g で使うだけ。

Chapter2　演習問題

重力加速度を 9.8m/s^2 とする。

問 1　小球を初速 19.6m/s で鉛直上向きに投げた。最高点での速さ，加速度の大きさ，高さはいくらか。

問 2　小球を初速 9.8m/s で鉛直下向きに投げた。3s 後の小球の速さはいくらか。

問 3　小球を初速 19.6m/s で鉛直上向きに投げた。手元に戻ってくるまでにかかる時間と，戻ってきたときの小球の速さを求めよ。

ここがPOINT

３つの公式を駆使するだけです。

< Note >

第1講　PART7　確認問題

問1　小球を鉛直上向きに29.4m/sの速さで投げ上げた。重力加速度の大きさを9.8m/s^2として，次の各問いに答えよ。

(1) 最高点に達するまでの時間を求めよ。

①　2.0s　②　3.0s　③　4.0s　④　5.0s

(2) 最高点の高さを求めよ。

①　19.6m　②　29.4m　③　34.3m　④　44.1m

(3) 速さが9.8m/sになるときの小球の高さを求めよ。

①　9.8m　②　19.6m　③　39.2m　④　40.3m

(4) 小球を投げ上げてから，再び地上に戻るまでの時間を求めよ。

①　4.0s　②　6.0s　③　8.0s　④　10s

問2　小球を鉛直下向きに3.0m/sの速さで投げ下ろした。重力加速度の大きさを9.8m/s^2として，次の各問いに答えよ。

(1) 投げ下ろしてから2.0秒後の速さを求めよ。

①　16.6m/s　②　19.6m/s　③　22.6m/s　④　25.6m/s

(2) 投げ下ろしてから1.0秒後までの落下距離を求めよ。

①　7.9m　②　8.8m　③　9.8m　④　10.6m

(3) 投げ下ろしてから速さが5.0m/sになったときの落下距離を，小数第3位を四捨五入して求めよ。

①　0.41m　②　0.82m　③　1.2m　④　1.6m

< Note >

第２講　様々な力とそのはたらき
PART1 力1

目標　物理の考え方を把握。力の概念を理解し，その例を学び，図示できるようにしましょう。

Chapter1　力1

1　力

力：物体の運動の状態の変化や物体の変形の原因となるもの

・**作用点**：物体に対し，力を及ぼす点

・**作用線**：作用点を通り，力の向きに引いた直線

力を図示するときは，力の作用点から作用線に沿って，力の方向に矢印を引く。

2　力の例

・**重力**：地球が物体を引き付ける力

質量 m[kg] の物体にはたらく重力の大きさは

□(単位：[N])

である。(g：重力加速度)

・**張力**：糸やひもなどがピンと張っているときに，物体に及ぼす力

・**垂直抗力**：物体が床などの面に接しているときに，面から受ける力のうち，**垂直**な方向の力

・**弾性力**：ばねなどが変形したときに，もとに戻ろうとする力

その大きさは**フックの法則**に従う。

フックの法則

□(単位：[N])

(F:弾性力 [N], k:ばね定数 [N/m], x:ばねの伸びまたは縮み [m])

講師からのMessage
力を理解することが，物理の勉強の第１歩！

重要
g：重力加速度
(第１講 PART6 参照)

知っておこう
重力の大きさのことを**重さ**という。

重要
力の単位は
N(ニュートン)
(PART5 参照)

覚えておこう
普通，
張力は T か S
垂直抗力は N
で表す。

ついでに覚えておこう
力：force
重力：gravity
重さ：weight
張力：tension
弾性：elasty

まとめ

力はすべての運動の原因！！

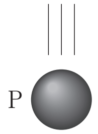
Chapter2　演習問題

図中の物体 P にかかる力を矢印で図示し，その脇に力の名称を書きなさい。

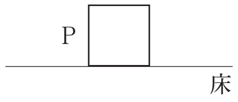
講師からのMessage

物体が「受けている」力を書く。どんな力がはたらいているか，ではなく，「**何がその物体に触れているか**」を考えるとよい！

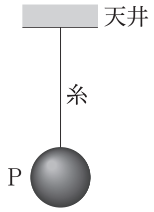
問 1　自由落下している物体 P（空気抵抗は考えない。）



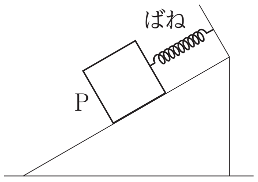
問 2　床の上に置かれて静止している物体 P



問 3　天井から糸でつり下げられて静止している物体 P



問 4　ばねを取りつけられて，斜面上に静止している物体 P（摩擦力は考えない。）

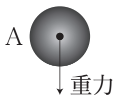


< Note >

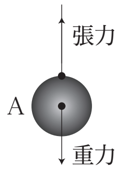
第 2 講　PART1　確認問題

問 1　物体 A にはたらく力を図示したものとして**誤っているもの**を，下の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，b，c の物体 A は静止しているものとする。

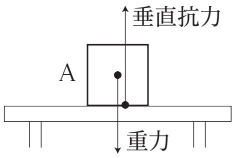
a　自由落下している



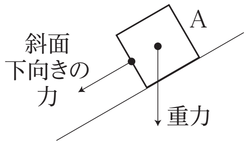
b　糸につるされ静止している



c　机の上で静止している



d　滑らかな斜面上を滑り降りている



①　a　　②　b　　③　c　　④　d

問 2　質量 10kg の物体にはたらく重力の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，重力加速度の大きさは $9.8\mathrm{m/s^2}$ とする。

①　49N　　②　98N　　③　147N　　④　196N

問 3　次の各問いに答えなさい。

(1)　ばね定数 10N/m のばねに 5.0N の力を加えたときのばねの伸びはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.20m　　②　0.50m　　③　1.0m　　④　2.0m

(2)　ばね定数 49N/m のばねの一端を天井に固定し，他端に質量 1.0kg の物体をつるして静止させた。このときのばねの伸びはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，重力加速度の大きさは $9.8\mathrm{m/s^2}$ とする。

①　0.20m　　②　0.50m　　③　2.0m　　④　5.0m

< Note >

PART2 力2

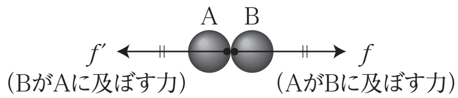
目標　２つの物体間で，はたらく力について考えましょう。

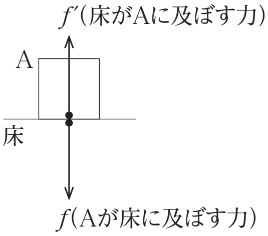
Chapter1　力2

1　作用反作用の法則

Ａ と Ｂ ２つの物体について，物体 Ａ が力 f を物体 Ｂ に作用している間，必ず，物体 Ｂ は同じ大きさで逆向きの力 f' を物体 Ａ に及ぼす。これを**作用反作用の法則**という。

力 f という作用に対して力 f' を，**反作用**という。





講師からのMessage

もう少し，力のかかり方について，考えてみましょう。今度は２つの物体間にはたらく力も扱います。

重要

力は一方向にはたらくのではでなく，作用があれば必ず反作用も存在する。

知っておこう

力のつりあい
と
作用反作用の関係
を混同しないように注意しましょう。

覚えておこう

作用反作用の法則は，運動の第３法則でもあります。
(PART4 参照)

まとめ

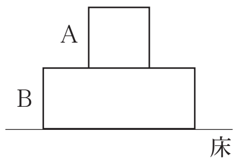
２つの物体が接しているときなどは，作用反作用の法則を意識する！

< Note >

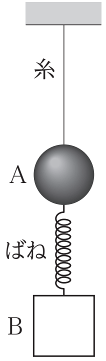
Chapter2　演習問題

図中の状態において, 物体Aと物体Bにかかる力を矢印で図示し, その傍に力の名称を書きなさい。

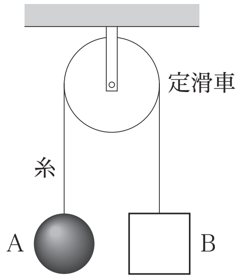
問 1　床の上に置かれて静止している物体 A と物体 B



問 2　天井から糸でつり下げられて静止している物体 A と，物体 A の下にばねでつながれた物体 B



問 3　天井に固定した定滑車に，糸を通してつなげられた物体 A と物体 B が静止している。



ここがPOINT

物体にかかる力は，**その物体に触れているもの**から受けます。注目している物体に，**何がさわっているのか**をチェックしましょう。

< Note >

第 2 講　PART2　確認問題

問 1　次のそれぞれの力を作用とした場合の反作用を表す力として最も適当なものを，①～④のうちから一つ選びなさい。

(1)　手が壁を押す力

①　手にはたらく重力　　②　地球が手を引く力

③　壁が手を押す力　　④　手と壁の間ではたらく摩擦力

(2)　机の上に置かれたリンゴにはたらく垂直抗力

①　リンゴが机を押す力　　②　リンゴが地球を引く力

③　地球が机を引く力　　④　地球がリンゴを引く力

(3)　斜面上に静止している物体にはたらく重力

①　物体にはたらく垂直抗力　　②　物体が地球を引く力

③　物体にはたらく摩擦力　　④　斜面が物体を支える力

(4)　天井に一端を固定された糸でつるされて静止している物体を糸が引く力

①　物体が糸を引く力　　②　物体にはたらく重力

③　天井が糸を引く力　　④　糸が天井を引く力

< Note >

PART3 力のつりあい

目標　力の作用を考える第 1 歩として，力のつりあいを考えましょう。

Chapter1　力のつりあい

1　力のつりあい

・力のつりあい

物体に左右から同じ大きさの力がかかっている場合など，物体に力がはたらいていても動き出したりしない場合がある。

一般に，物体にかかっている力の和（**合力**）が 0 であるとき，これらの**力はつりあっている**という。

力がつりあっているとき，物体は**静止**または**等速直線運動**をする。

・力のつりあいの式

物体にかかっている力が $\vec{F}$，$\vec{G}$，$\vec{H}$，…のとき，力がつりあっているなら，これらの合力が $\vec{0}$ なので

が成り立つ。または，成分に分解して

かつ

まとめ

合力が 0 のとき，力はつりあっている。

講師からのMessage

物体にかかっている力があっても，つりあっていれば動き出したりはしません。力のつりあいについて，自力で考えられるようにしましょう。

重要

力はベクトル量なので，向きも含めて，ベクトルのままで和をとります。

重要

力がつりあっているとき，その物体は**静止**，または，**等速直線運動**する。

知っておこう

$\vec{0}$：ゼロベクトル
（普通の数の 0 に相当）

覚えておこう

合力が 0 のとき，その物体には力がはたらいていないのと同じです。

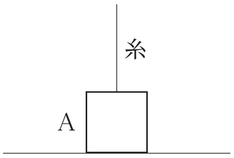
重要

「力の分解」については，第 9 講 PART1 も参照。

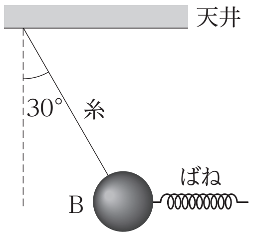
< Note >

Chapter2　演習問題

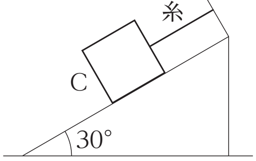
問 1　重さ 5.0N の物体 A を水平な床に置き，糸をつけて鉛直上向きに大きさ 2.0N の力で引いたが，物体は静止していた。物体 A が床から受ける力の大きさはいくらか。



問 2　天井につけた糸に質量 m の物体 B をつける。さらに物体 B にばねをつけ水平右向きに引くと，糸が鉛直線と 30° の角をなす向きとなって，物体 B は静止した。このとき，ばねが物体 B を引く力の大きさはいくらか。ただし，重力加速度の大きさを g とする。



問 3　傾斜 30° のなめらかな斜面上に，質量 m の物体を置き，糸をつけて静止させる。糸の方向は斜面と平行である。このとき，糸の張力の大きさはいくらか。ただし，重力加速度の大きさは g とする。



ここがPOINT

まずは力の図示をしっかりと！その上で，必要な場合は力の分解をしてから立式します。

< Note >

第 2 講　PART3　確認問題

問 1　次の①～④のうち，物体にはたらく力が**つりあっていないもの**を選びなさい。

① 天井から糸でつるされて静止している。

② なめらかな水平面上を等速直線運動している。

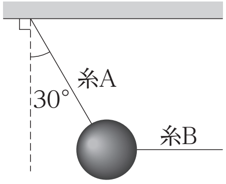
③ 水平な台の上で静止している。

④ 鉛直に投げ上げられて最高点に達している。

問 2　水平な床に置かれた質量 5.0kg の物体に糸をつけて，鉛直上向きに 3.0N の力で引き上げたが，物体は床に静止していた。物体にはたらく垂直抗力の大きさは何 N か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，重力加速度は 9.8m/s^2 とする。

① 2.0N　　② 4.7N　　③ 28N　　④ 46N

問 3　図のように，糸 A の一端を天井に固定し，他端に重さ W の物体をつける。さらに，この物体に糸 B をつけて水平方向に引くと，糸 A が鉛直線と 30° の角をなして物体は静止した。このとき，糸 A，B が物体を引く力をそれぞれ T_A，T_B とする。以下の問いに答えなさい。



(1) 物体にはたらく力の鉛直方向のつりあいの式として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① $T_B - T_A \cos 30° = 0$　　② $T_B - T_A \sin 30° = 0$

③ $T_A \cos 30° - W = 0$　　④ $T_A \sin 30° - W = 0$

(2) 物体にはたらく力の水平方向のつりあいの式として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① $T_B - T_A \cos 30° = 0$　　② $T_B - T_A \sin 30° = 0$

③ $T_A \cos 30° - W = 0$　　④ $T_A \sin 30° - W = 0$

< Note >

PART4 運動の3法則

目標　ニュートンによる，力学の３法則を理解しましょう。

Chapter1　運動の３法則

1　運動の３法則

・運動の第１法則（慣性の法則）

物体は，外から力を受けない限り運動の状態を変化することはない。即ち，止まっている物体は静止し続け，ある速度で運動している物体は，その速度を変えずに運動し続ける。この性質を**慣性**といい，質量をもった物体はすべて，この慣性を持っている。

・運動の第２法則（運動の法則）

物体に外から力 F を加えると，物体には，力 F と同じ向きの加速度が生まれる。

また，加速度の大きさは力 F の大きさに比例し，物体の質量 m に反比例する。よって式で書けば

となる。(k は比例定数)

・運動の第３法則 (作用・反作用の法則)

A と B ２つの物体について，物体 A が力 f を物体 B に作用している間，必ず，物体 B は同じ大きさで逆向きの力 f' を物体 A に及ぼす。力 f に対して力 f' を，反作用という。

まとめ

慣性の意味を確認

加速度は物体にかかる力に比例

作用があれば，必ず反作用が存在し，作用のみ，とはならない。

講師からのMessage

力学の問題を考えるときの基本，運動の３法則を理解しましょう。
あくまでも，主役は「**力**」です。

知っておこう

質量 m は物体の**慣性の大きさ**を表す量でもある。

講師から

第２法則については，PART5 で詳しくやります。

知っておこう

力の図示の際には，作用・反作用の法則も意識するとよい。

覚えておこう

よく使う文字式
力：f や F
質量：m
加速度：a や α（アルファ）

< Note >

Chapter2　演習問題

文中の［　　］を埋める語句を答えよ。

ここがPOINT

運動の３法則の確認です。言葉を含め，きちんと頭に入れましょう。

運動の第１法則

物体にはたらく合力が０のとき，その物体は静止または［ア］する。つまり，物体にはたらく合力が０のときは，物体は運動状態を変えることはない。この性質を［イ］という。

運動の第２法則

物体に力がかかっているとき，物体に生じる加速度は［ウ］の大きさに比例し，物体の質量に［エ］する。

運動の第３法則

ある物体Ａが他の物体Ｂに力 F を及ぼすとき，必ず［オ］が［カ］に及ぼす力 f も存在する。この力 f を力 F の［キ］という。その大きさは力 F と等しく，向きは［ク］である。

＜ Note ＞

第 2 講　PART4　確認問題

問 1　次の a ～ c の中で，慣性で説明できるものの組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

a　バスが急停車すると，乗客は前によろける。

b　氷上でカーリングのストーンが一定の速度ですべり続ける。

c　高いところからボールを落とすと加速しながら落下する。

①　a のみ　　②　a，b　　③　b，c　　④　a，b，c

問 2　次の各文中の空欄にあてはまる語句として最も適当なものを，下の①～④のうちからそれぞれ選びなさい。

(1)　物体に外から一定の力が加わっているとき，物体には（　　　）が生じる。

①　力と同じ向きの加速度　　②　力と逆向きの加速度

③　力と垂直な向きの加速度　　④　重力と同じ向きの加速度

(2)　質量 m の物体に外から大きさ F の力が加わっているとき，物体に生じる加速度 a は（　　　）と表される。ただし，k は定数である。

①　$a = k\dfrac{m}{F}$　　②　$a = k\dfrac{F}{m}$　　③　$a = kFm$　　④　$a = k\dfrac{1}{mF}$

問 3　次の各文中の空欄にあてはまる語句として最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

(1)　物体 A が物体 B に力を及ぼすとき，物体 B は物体 A に（　　　）を及ぼす。

①　同じ向きで少し小さい力　　②　逆向きで少し小さい力

③　同じ向きで同じ大きさの力　　④　逆向きで同じ大きさの力

(2)　(1) を，（　　　）の法則という。

①　慣性　　②　運動　　③　作用・反作用　　④　質量保存

< Note >

PART5 運動方程式

目標　運動方程式を使いこなそう。

Chapter1　運動方程式

1　運動の第２法則(運動の法則)　復習

物体に外から力 F を加えると，物体には，力 F と同じ向きの加速度が生まれる。

また，加速度 a の大きさは力 F の大きさに比例し，物体の質量 m に反比例する。よって式で書けば

となる。(k は比例定数)

2　運動方程式

・運動方程式とは

力の大きさを

「1kg の物体に対して大きさ $1\mathrm{m/s^2}$ の加速度を
生むような力の大きさを 1N」

と定義する。こうすると，上式の比例定数 k は 1 となる。よって式は

とまとまり，これを**運動方程式**という。以下，物体に力が作用して運動するような問題を扱うときには，この運動方程式を使って考える。

まとめ
物体に力が作用して運動するという**因果関係**を式にしたものが運動方程式　$ma = F$

講師からのMessage
運動方程式は力学の勉強で，第１の最重要項目です。きちんと式の意味をとらえ，使っていけるようにしましょう。もちろん，運動方程式を立てる際には，まずは**力の図示**ができないといけません。改めて，そのあたりもきちんと復習していきましょう。

重要
F は，ある１つの力とは限らず，その時に物体に加えられている力の和，つまり**合力**である。

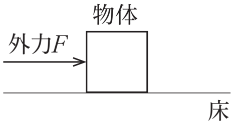
重要
運動方程式は，力 F によって加速度 a が生まれるという**因果関係**を表した式である。

知っておこう
もちろん，保存則など，他の考え方もある。

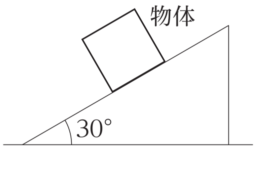
< Note >

Chapter2　演習問題

問1　水平でなめらかな床の上に静止していた質量 8.0kg の物体に，大きさ 40N の外力 F を加えたところ，物体は加速度運動した。加速度の大きさを求めよ。



問2　なめらかで傾角 30 度の斜面をもつ台が床上に固定されている。斜面上に質量 5.0kg の物体を置き静かに放すと，物体は斜面に沿って運動した。物体に生じた加速度の大きさを求めよ。ただし，重力加速度の大きさは 9.8m/s^2 とする。



ここがPOINT

物体が力を受けて運動している場合には，運動方程式を立てて考えましょう。

< Note >

第 2 講　PART5　確認問題

問 1　次の各問いに答えなさい。

(1) 水平でなめらかな床の上に静止している質量 10kg の物体に，水平方向に 25N の力を加えたところ，物体は加速度運動をした。物体の加速度の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　$0.4\mathrm{m/s^2}$　②　$2.5\mathrm{m/s^2}$　③　$5.0\mathrm{m/s^2}$　④　$25\mathrm{m/s^2}$

(2) 水平でなめらかな床の上に静止している質量 5.0kg の物体に，水平方向に力を加えたところ，力を加えた方向に $2.0\mathrm{m/s^2}$ の加速度を生じた。加えた力の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　2.5N　②　5.0N　③　10N　④　20N

(3) 水平でなめらかな床の上に静止している物体に，水平方向に 45N の力を加えたところ，力を加えた方向に $1.5\mathrm{m/s^2}$ の加速度を生じた。物体の質量はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　5.0kg　②　15kg　③　30kg　④　45kg

(4) 水平となす角が 30° のなめらかな斜面をもつ台が水平な床の上に固定されている。斜面上に質量 25kg の物体を置き静かにはなすと，物体は斜面に沿って加速度運動した。物体に生じた加速度の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，重力加速度の大きさを $9.8\mathrm{m/s^2}$ とする。

①　$2.5\mathrm{m/s^2}$　②　$4.9\mathrm{m/s^2}$　③　$8.5\mathrm{m/s^2}$　④　$9.8\mathrm{m/s^2}$

< Note >

PART6 静止摩擦力

目標　摩擦力の区別と，その性質を理解しましょう。

Chapter1　静止摩擦力

1　抗力

一般に，物体が面に接しているとき，物体が面から受ける力を**抗力**という。その成分のうち

面に垂直な方向の成分を　**垂直抗力**

面に平行な方向の成分を　**摩擦力**

という。

2　静止摩擦力

・**静止摩擦力とは**

摩擦力には，状況に応じて２つのタイプがある。そのうち，例えば静止している物体が動き出すのを妨げるときのように，物体が面に対してすべっていないときにはたらく摩擦力を**静止摩擦力**という。

・**静止摩擦力の特徴**

① 物体が面に対して**すべっていない**ときに作用

② 状況に応じて，その**大きさは変化**する。

③ すべり出す直前の静止摩擦力を**最大摩擦力**という。その大きさは，垂直抗力 N に比例し

□（μ：静止摩擦係数）

まとめ

摩擦力には「静止摩擦力」と「動摩擦力」の２種類がある。

物体が面に対してすべっていないときの静止摩擦力は，大きさが変化する。

最大摩擦力は　$R_{max} = \mu N$

講師からのMessage

摩擦力自体は，身近なものだと思いますが，その特徴についてはどうでしょうか。摩擦力には，静止摩擦力と動摩擦力の２種があります。その性質をきちんと理解しましょう。

重要

最大摩擦力

$R_{max} = \mu N$

は，**すべり出す直前だけ**成立する値。いつでもこうなるわけではない！

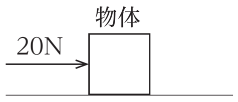
知っておこう

静止摩擦係数 μ は接触面の種類や状態のみで決まる定数。

< Note >

Chapter2　演習問題

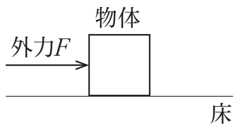
問 1　重さ 100N の物体が水平な床の上に静止している。水平方向右向きに大きさ 20N の力を加えたところ，物体は静止したままであった。このときの静止摩擦力の大きさはいくらか。



ここがPOINT

静止摩擦力の大きさは，その時その時の状態によって変化します。また，すべり出す直前のみ，最大値となります。

問 2　重さ 100N の物体が水平な床の上に静止している。水平方向右向きに力を加えてすべらせるために，必要な外力 F の大きさはいくら以上か。ただし，床と物体の間の静止摩擦係数は 0.50 とする。



< Note >

第2講　PART6　確認問題

問1　質量 10kg の物体が，あらい水平面上に静止している。次の各問いに答えなさい。ただし，重力加速度の大きさを $9.8\mathrm{m/s^2}$ とする。

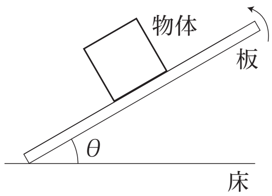
(1) 物体に, 水平方向右向きに大きさ 10N の力を加えたところ, 物体は静止したままだった。このとき，物体と水平面の間にはたらく静止摩擦力の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.0N　　②　2.0N　　③　5.0N　　④　10N

(2) 物体に加える力を徐々に大きくしていったところ，物体が動き出す直前の力は，水平方向右向きに大きさ 49N であった。物体と水平面の間の静止摩擦係数はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.10　　②　0.25　　③　0.50　　④　0.98

問2　水平な床の上に置いた板に質量 m の物体を置き，板の一端を徐々に傾けていったところ，物体がすべり出す直前の床と板との間の角度は θ であった。次のうち正しい関係式はどれか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，板と物体との間の静止摩擦係数を μ とする。



①　$\mu=\tan\theta$　　②　$\mu=\sin\theta$　　③　$\mu=\cos\theta$　　④　$\mu=\tan2\theta$

＜ Note ＞

PART7 動摩擦力

目標　もうひとつの摩擦力，動摩擦力について理解しましょう。

Chapter1　動摩擦力

1　動摩擦力

・動摩擦力とは

摩擦力には，状況に応じて 2 つのタイプがあったが，物体があらい面に対してすべっているときにも摩擦力がはたらく。これを**動摩擦力**という。

・動摩擦力の特徴

① 物体が面に対して**すべっている**ときに作用

② 状況によらず，その**大きさは一定**で

（μ' ：動摩擦係数）

講師からのMessage

動摩擦力の方が，考え方は簡単です。

重要

動摩擦力の大きさ：
物体を押す力や，物体の速さによらず，いつでも
$R' = \mu' N$
と書ける。

知っておこう

動摩擦係数 μ' は接触面の種類や状態のみで決まる定数。

まとめ

動摩擦力は物体が面に対してすべっているときに作用。

動摩擦力の大きさは変化せず，$R' = \mu' N$

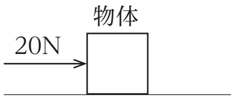
< Note >

Chapter2　演習問題

図のように，摩擦のある面に物体を置き，右向きに 20N の力を加えると物体は右向きに運動した。物体の質量を 1.0kg，物体と床面との間の動摩擦係数を 0.40 とする。また，重力加速度の大きさは 10 m/s^2 とする。

問 1　物体にかかる動摩擦力の大きさを求めよ。

問 2　物体の加速度の大きさを求めよ。



ここがPOINT

動摩擦力の大きさは，垂直抗力の大きさに比例し，運動とは逆向きです。

< Note >

第 2 講　PART7　確認問題

問 1　摩擦のある水平面上で，重さ 20N の物体を右向きに 10N の力で引いたところ，物体は右向きに動き出した。物体と水平面との間の動摩擦係数を 0.20 として，次の各問いに答えなさい。

(1) 物体にはたらく垂直抗力の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 2.0N　② 4.0N　③ 10N　④ 20N

(2) 物体にはたらく動摩擦力の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 2.0N　② 4.0N　③ 10N　④ 20N

問 2　摩擦のある水平面上で，質量 5.0kg の物体に右向きに 20N の力を加えると，物体は右向きに運動した。動摩擦係数を 0.30，重力加速度の大きさを $9.8\mathrm{m/s^2}$ として，次の各問いに答えなさい。

(1) 物体にはたらく垂直抗力の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 5.0N　② 9.8N　③ 20N　④ 49N

(2) 物体にはたらく動摩擦力の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 1.5N　② 6.0N　③ 15N　④ 20N

(3) 物体に生じる加速度の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① $1.1\mathrm{m/s^2}$　② $2.5\mathrm{m/s^2}$　③ $3.2\mathrm{m/s^2}$　④ $4.0\mathrm{m/s^2}$

< Note >

PART8 その他の力

目標　圧力・浮力・空気抵抗について学びましょう。

Chapter1　その他の力

1　圧力

　ある面に対し，垂直にかかる力が単位面積あたりどの程度なのかを表す量を**圧力**という。面積 S[m^2]，垂直にかかる力の大きさが F[N] のとき，圧力 p[Pa] は

[単位：Pa]

2　浮力

　流体に物体を入れると重力とは逆向きに力がかかる。この力を**浮力**という。その大きさは**アルキメデスの原理**で説明され，

「流体中の物体は，それが**押しのけている流体の重さ**に等しい大きさの浮力を受ける」

式で書けば，

F：浮力の大きさ [N]，
ρ：流体の密度 [kg/m^3]，
V：物体の体積 [m^3]，
g：重力加速度の大きさ [m/s^2]

3　空気抵抗

　物体が空気中を運動するとき，一般には抵抗力を受ける。その大きさは，物体の速さがあまり大きくない範囲では，**物体の速さに比例**する。

F：空気抵抗の大きさ [N]，
k：比例定数 [N・s/m]，
v：物体の速さ [m/s]

講師からのMessage

圧力，浮力，空気抵抗という，やや特殊な力についても触れましょう。なお，圧力は，後に気体や熱力学の分野で普通に扱う概念です。

重要

$p = \frac{F}{S}$

重要

1 Pa= 1 N/m^2

知っておこう

液体と気体を総称して，**流体**という。

覚えておこう

1hPa=100Pa
1atm ≒ 1013hPa

重要

物体の速さが増えて，やがて重力と空気抵抗がつりあうと，物体の速さは一定となる。これを**終端速度**という。

まとめ

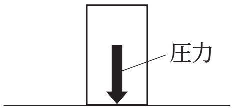
圧力は単位面積あたりにかかる力が，どの程度なのかを表す。

浮力はアルキメデスの原理に従う。

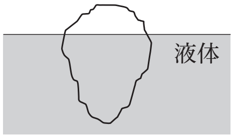
空気抵抗の大きさは速さに比例。

Chapter2　演習問題

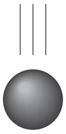
問1　重さ10N，底面積$4.0m^2$の物体が床の上に置かれている。この物体が床に及ぼす圧力はいくらか。



問2　密度$0.80g/cm^3$の物体が，密度$1.0g/cm^3$の液体に入り，浮かんでいる。液体の外には，物体の体積の何パーセントが出ているか。



問3　重力加速度の大きさをgとし，速さvの物体にはkv（kは定数）の空気抵抗がはたらくとする。質量mの物体が，重力と空気抵抗のみを受けて落下するときの終端速度を求めよ。



ここがPOINT

今回学んだ３つの力について，問題にあたってみましょう。まずは定義をしっかり確認！

< Note >

第 2 講　PART8　確認問題

問 1　質量 10kg，底面積 $0.25\mathrm{m}^2$ の物体が水平な台の上に置かれている。この物体が台におよぼす圧力はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，重力加速度の大きさを $9.8\mathrm{m/s}^2$ とする。

①　10Pa　②　98Pa　③　200Pa　④　390Pa

問 2　体積 $50\mathrm{cm}^3$，密度 $0.70\mathrm{g/cm}^3$ の物体が，密度 $1.0\mathrm{g/cm}^3$ の液体に浮かんでいる。重力加速度の大きさを $9.8\mathrm{m/s}^2$ として，次の各問いに答えなさい。

(1) 物体にはたらく浮力の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.15N　②　0.23N　③　0.34N　④　0.49N

(2) 液体の中には，物体の体積の何 % が沈んでいるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　10%　②　30%　③　50%　④　70%

問 3　重力の大きさが 4.0×10^{-5}N の雨滴が空気中を落下する。雨滴が速さ v で落下するときの空気の抵抗力の大きさを kv〔N〕，比例定数 k の値を 6.5×10^{-6}〔N・s/m〕とすると雨滴の終端速度はいくらになるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　3.1m/s　②　4.9m/s　③　6.2m/s　④　7.5m/s

< Note >

第3講　力学的エネルギー
PART1 仕事

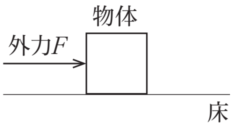
目標　新しい概念である，「仕事」とは何か，理解しましょう。

Chapter1　仕事

1　仕事の定義

物体に一定の大きさ F[N] の力を加えたまま，その力の向きに距離 x[m] だけ動かすとき，この力のした仕事 W は

[単位 J]



2　仕事の原理

動滑車やてこなどを使ってものを持ち上げるとき，力の大きさは小さくて済むが，その分動かす距離が長くなる。結果，**必要な仕事の量は変わらない**。このように，ものを動かす際などに必要となる仕事の量は，道具を使ったりしても減ることはなく一定である。これを**仕事の原理**という。

3　仕事率

単位時間あたりの仕事を［　　］という。[単位 W]
(1[s] あたりに 1[J] の割合で仕事をするときの仕事率を 1[W] という。)

仕事率 P は，物体にかかる力の大きさ F[N] と速さ v[m/s] を用いて

[単位 W]

まとめ

仕事は　力×距離

講師からのMessage

ここからは，エネルギーという新しい概念を学びます。
まずは，仕事という量を覚えましょう。力そのものでなく，仕事という量を通すことでも，物体の運動について考えることができます。

重要

$W = Fx$

知っておこう

力の向きと，物体を動かす方向がどうなっているかによって，**仕事は正にも負にも，0にもなりうる！**

重要

$P = Fv$

重要

1[J]=1[N・m]
1[W]=1[J/s]

< Note >

Chapter2　演習問題

問 1　水平でなめらかな床に物体をおく。この物体に大きさ 3.0N の一定の力を加えて力と同じ方向へ 5.0m だけ動かした。加えた力がした仕事は何 J か。

講師からのMessage

定義通りに，仕事を計算してみましょう。ただし，物体を動かす方向と力の方向に注意！

問 2　上の問 1 において，かかった時間が 10s であったとすると，加えた力がした仕事率はいくらか。

問 3　水平で粗い床に質量 m の物体をおく。この物体に大きさ F の一定の外力を水平方向にかけ，d だけ動かした。外力 F，重力，垂直抗力，動摩擦力がした仕事を各々求めよ。ただし，物体と床の間の動摩擦係数を μ，重力加速度の大きさを g とする。

< Note >

第 3 講　PART1　確認問題

問 1　水平でなめらかな台上におかれた物体に，水平方向に 20N の大きさの力を加えて，力の向きに 4.0m だけ動かした。以下の各問いに答えなさい。

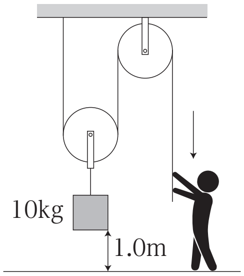
(1) 加えた力がした仕事はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　5.0J　　②　20J　　③　50J　　④　80J

(2) この仕事をするのに 5.0 秒かかった。加えた仕事の仕事率はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.0W　　②　4.0W　　③　10W　　④　16W

問 2　図のように，滑車を使って質量 10kg の物体を 1.0m 引き上げる。重力加速度の大きさを $9.8\,m/s^2$，滑車やひもの質量は無視できるものとして，以下の各問いに答えなさい。



(1) 物体をゆっくり持ち上げるためには，最低何 N の力で引かなくてはいけないか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　5.0N　　②　10N　　③　49N　　④　98N

(2) 滑車を使わずに，質量 10kg の物体をゆっくり 1.0m の高さまで引き上げるために必要な仕事は何 J か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　5.0J　　②　10J　　③　49J　　④　98J

(3) 図のように滑車を使った場合，ひもは何 m 引けばよいか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 0.50m　② 1.0m　③ 2.0m　④ 4.0m

PART2 運動エネルギー

目標 運動エネルギーを学ぼう！

Chapter1　運動エネルギー

1 エネルギー

物体が他の物体に対して何かしらの**仕事をする能力**を持つ場合，物体は[　　　　]を持つという。エネルギーの大きさは，その物体が行える仕事の量に等しい。[単位 J]

2 運動エネルギー

運動している物体は他の物体に仕事をすることができる。この場合のエネルギーを運動エネルギーという。質量 m[kg] の物体が速さ v[m/s] で運動しているときに持つエネルギーは

[　　　　] [単位 J]

講師からのMessage

エネルギーの概念，そして運動している物体が持つエネルギーについて学びます。

重要

$K = \frac{1}{2}mv^2$

まとめ

エネルギーとは，仕事をする能力のこと。

運動エネルギーは，$\frac{1}{2}mv^2$

＜ Note ＞

Chapter2　演習問題

問 1　質量 5.0kg の物体が，速さ 4.0m/s で運動しているときの運動エネルギーは何 J か。

問 2　質量 8.0kg の物体が，100J の運動エネルギーを持つ場合，その速さはいくらか。

ここがPOINT

定義通り，運動エネルギーを計算してみましょう。

< Note >

第3講　PART2　確認問題

問1　物体が他の物体に対して仕事をする能力をもつとき，その物体は（　　　）をもつという。空欄にあてはまる語として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　質量　　②　速度　　③　加速度　　④　エネルギー

問2　以下の問いに答えよ。

(1)　質量 4.0kg の物体が速さ 2.0m/s で運動している。この物体のもつ運動エネルギーはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　2.0J　　②　4.0J　　③　8.0J　　④　16J

(2)　質量 10kg の物体がもつ運動エネルギーが 45J のとき速さはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.5m/s　　②　3.0m/s　　③　4.5m/s　　④　9.0m/s

(3)　ある物体がもつ運動エネルギーが 40J で，速さ 4.0m/s で運動している。この物体の質量はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　2.5kg　　②　5.0kg　　③　10kg　　④　20kg

< Note >

PART3 仕事と運動エネルギーの関係

目標　仕事によって，物体が持つ運動エネルギーが変化することを理解。

Chapter1　仕事と運動エネルギーの関係

1　仕事と運動エネルギーの関係

講師からのMessage

いよいよ仕事という物理量の意味，仕事を使った因果関係の考え方を学びます。超重要事項！

下の図の状態で

運動方程式：$ma = F$　より　$a = \dfrac{F}{m}$

等加速度直線運動の公式：$v^2 - {v_0}^2 = 2ax$

a を消去して

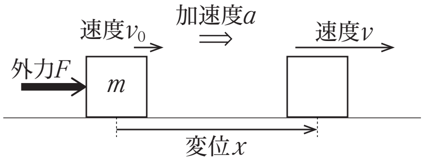
$$v^2 - {v_0}^2 = 2 \cdot \frac{F}{m} \cdot x$$

両辺に $\dfrac{1}{2}m$ をかけると

重要

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}m{v_0}^2 = Fx$$

つまり，**仕事をした分だけ，その物体の運動エネルギーが変化する！**



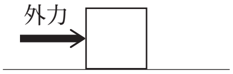
まとめ

仕事　＝　運動エネルギーの変化

< Note >

Chapter2　演習問題

　なめらかで水平な床の上に質量 3.0kg の物体を置く。この物体に大きさ 8.0N の外力を右向きに加えて 27m だけ動かしたとき，物体の速さは何 m/s となるか。



ここがPOINT

　仕事とエネルギーの関係を利用して解きましょう。

< Note >

第 3 講　PART3　確認問題

問 1　次の各問いに答えなさい。

(1) 右向きに速さ 2.0m/s で運動していた質量 5.0kg の物体に，右向きの力を加えて仕事をしたところ，右向きに 4.0m/s の速さになった。加えた仕事の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　5.0J　　②　10J　　③　20J　　④　30J

(2) 右向きに速さ 1.0m/s で運動していた質量 10kg の物体に，右向きに 8.0N の力を加えて 5.0m 動かした。力を加えた後の物体の速さはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　2.0m/s　　②　3.0m/s　　③　4.0m/s　　④　5.0m/s

(3) 右向きに速さ 5.0m/s で運動していた質量 2.0kg の物体に，左向きに力を加えて仕事をしたところ物体は静止した。加えた仕事の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　5.0J　　②　10J　　③　25J　　④　50J

(4) ある高さから質量 10kg の物体を静かにはなし，自由落下させた。物体が 4.9m 落下したときの速さはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，重力加速度の大きさを $9.8\mathrm{m/s^2}$ とする。

①　4.9m/s　　②　9.8m/s　　③　14.7m/s　　④　19.6m/s

< Note >

PART4 位置エネルギー

目標　位置エネルギーを学ぼう！

Chapter1　位置エネルギー

1　重力の位置エネルギー

高い位置にある物体は，落下を始めると重力によって仕事をされて運動エネルギーを獲得する。よって，その分だけ仕事をする能力を持つようになる。これを**重力の位置エネルギー**という。質量 m[kg] の物体が高さ h[m] で運動しているときに持つエネルギーは

[　　　　　] [単位 J]

2　弾性エネルギー

伸びた，または縮んだばねにつながれた物体は，ばねが自然長の位置に戻る方向に加速され運動エネルギーを持つようになる。つまり，その分だけ仕事をする能力を持つようになる。これを**弾性エネルギー**という。位置エネルギーの一種である。ばね定数 k[N/m] の物体が x[m] だけ伸びた，または縮んだときに持つエネルギーは

[　　　　　] [単位 J]

3　保存力

その力の仕事が，始めと終わりの位置だけで決まり，その経路によらない力を**保存力**という。

保存力に限り，位置エネルギーを定義できる。

講師からのMessage

重力やばねの力による仕事は位置エネルギーという新しい概念を用いて使うことができます。

また，保存力（次のPART5参照）という抽象的な概念も，頑張って理解して下さい。

重要

$U = mgh$

重要

$U = \frac{1}{2}kx^2$

知っておこう

保存力の例：
- 重力
- ばねの力（弾性力）
- 静電気力

覚えておこう

保存力でない力の例：
- 摩擦力
- 垂直抗力
- 空気抵抗
- 手の力

まとめ

重力の位置エネルギーは，mgh

弾性エネルギーは，$\frac{1}{2}kx^2$

保存力のみ，位置エネルギーを定義できる。

Chapter2　演習問題

問1　床からの高さが 2.0m のところに, 質量 5.0kg の物体がある。この物体がもつ重力の位置エネルギーは何 J か。ただし，重力加速度の大きさを 9.8m/s^2，床を位置エネルギーの基準面とする。

問2　高さ 40m のビルがある。このビルの屋上を位置エネルギーの基準面とするとき，地面で静止している質量 0.25kg の物体がもつ重力の位置エネルギーはいくらか。ただし，重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。

問3　ばね定数 3.0N/m のばねを何 m のばせば，弾性エネルギーが 150J となるか。

ここがPOINT

定義通りに位置エネルギーを計算してみましょう。ただし，基準面の位置にも注意！

< Note >

第 3 講　PART4　確認問題

問 1　各階の高さの差が 5.0m の 4 階建てのビルのいずれかの階に質量 10kg の物体 A を置く。以下の各問いに答えなさい。ただし，重力加速度の大きさを $9.8\mathrm{m/s^2}$ とする。

(1) 3 階の床面を基準とすると，4 階の床に置かれた物体 A の重力の位置エネルギーはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　4.9×10^2J　②　6.2×10^2J　③　7.9×10^2J　④　9.8×10^2J

(2) 3 階の床面を基準とすると，1 階の床に置かれた物体 A の重力の位置エネルギーはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　-4.9×10^2J　②　-6.2×10^2J　③　-7.9×10^2J　④　-9.8×10^2J

(3) 4 階の床に置かれた物体 A のもつ重力の位置エネルギーは，1 階の床におかれた物体 A のもつ重力の位置エネルギーよりどれだけ大きくなるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.5×10^2J　②　9.8×10^2J　③　1.5×10^3J　④　9.8×10^3J

問 2　ばね定数 0.40N/m のばねに力を加えたところ，2.0m のびた。蓄えられた弾性エネルギーはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.20J　②　0.40J　③　0.60J　④　0.80J

問 3　次の①～④のうち，保存力でないものを一つ選びなさい。

①　重力　②　静電気力　③　摩擦力　④　弾性力

< Note >

PART5 力学的エネルギー保存則

目標　力学的エネルギー保存則の成り立ちと使い方をマスターしましょう。

Chapter1　力学的エネルギー保存則

1　保存力

その仕事が経路によらず，はじめと終わりの位置だけで決まってしまう力を**保存力**という。

保存力に限り，位置エネルギー (PART4 参照) を定義できる。

2　力学的エネルギー保存則

保存力のみが仕事をし，その他の力が仕事をしない場合，その物体がもつ**力学的エネルギーは保存**する。

※摩擦力や手の力などは**非保存力**。これらの力による仕事が発生する場合，力学的エネルギーは**保存しない**！

まとめ

余計な力による仕事がなければ，力学的エネルギーは保存する！

重力やばねの力による仕事は，位置エネルギーに置き換えて考えることができる。

保存力の意味をしっかりと押さえる。

講師からのMessage

エネルギーは条件を満たせば保存，つまり一定値をとり続けます。これを利用して，問題にあたることができます。

重要

仕事とエネルギーの関係と**力学的エネルギー保存則**は，似て非なる考え方！きちんと区別して使っていけるように理解しましょう。

復習

力学的エネルギーは

運動エネルギー：

$\frac{1}{2}mv^2$

位置エネルギー：

mgh

弾性エネルギー：

$\frac{1}{2}kx^2$

知っておこう

保存力の例

重力

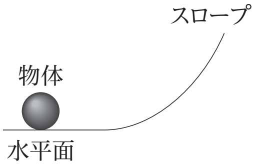
弾性力

静電気力

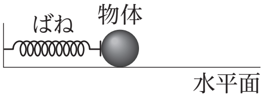
< Note >

Chapter2　演習問題

問 1　図のように水平面となめらかにつながれたスロープがある。水平面上に質量 1.0kg の物体を置き，初速度 20m/s を加えてスロープをのぼらせると，何 m の高さまでのぼるか。ただし，重力加速度の大きさは 10m/s^2 とし，摩擦力は働かないものとする。



問 2　水平面上に固定されたばね定数 20N/m のばねに質量 5.0kg の物体を押し付けて，0.40m だけ縮めて静かに放す。ばねから離れたあとの，物体の速さは何 m/s か。



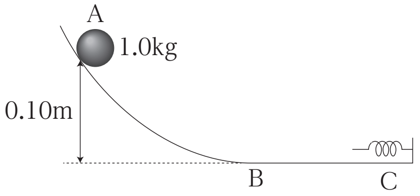
ここがPOINT

エネルギー保存則を使って考えましょう。

< Note >

第3講　PART5　確認問題

問1　図のように，床面から高さ 0.10m の A 点で質量 1.0kg の小物体を手で支えている。静かに手をはなしたところ，小球は斜面に沿ってすべり下り，B 点を通過した後，C 点のばねを押し縮めた。重力加速度の大きさを 9.8m/s^2，床面を重力の位置エネルギーの基準とする。また，BC 間は水平で，全ての区間で摩擦は無視できるものとして，以下の各問いに答えなさい。



(1) A 点で小球のもつ重力の位置エネルギーはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.28J　　②　0.49J　　③　0.98J　　④　2.0J

(2) B 点での小球の速さはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.70m/s　　②　1.4m/s　　③　2.0m/s　　④　2.8m/s

(3) C 点のばねのばね定数が 1.0×10^2N/m のとき，ばねが押し縮められる距離はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.14m　　②　0.20m　　③　0.28m　　④　0.32m

(4) C 点で小球がばねに弾かれた後，床面から何 m の高さまで斜面を上がるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.050m　　②　0.10m　　③　0.15m　　④　0.20m

< Note >

第 4 講　熱

PART1 熱と温度

目標　熱運動と温度について，その意味を理解しよう。

Chapter1　熱と温度

1　熱運動

物質を構成する分子や原子は乱雑な運動を絶えず行っている。この運動を［　　　］という。

2　温度

・セルシウス温度と絶対温度

［　　　　　　］：我々が普段の生活で使っている温度。1 気圧で水が氷になる温度を 0℃，沸騰する温度を 100℃と定め，等分して目盛りをとったもの。[単位℃]

［　　　　］：絶対零度 (− 273℃) を基準 (ゼロ) とし，目盛りの幅の取り方はセルシウス温度と等しく定めた温度。[単位 K]

絶対零度 T[K] とセルシウス温度 t[℃] の関係は

［　　　　　　　　］

・温度の意味

温度は原子や分子の**熱運動の激しさ**を表す物理量である。高温の方が運動は激しく，個々の原子や分子が持つ運動エネルギーは大きい。

まとめ

温度にはセルシウス温度と絶対温度の 2 種類がある。
温度は，熱運動の激しさを表す。

講師からのMessage

目に見えない原子や分子は，構成する物体が固体であっても常に運動しています。そしてそれは我々が慣れ親しんだ「温度」という概念に関わります。
以上の点について，イメージと物理量をきちんと押さえましょう。

重要

$T = t + 273$

知っておこう

理科では絶対温度の方を使うことが多い。

覚えておこう

温度は，熱運動の激しさを表す。

< Note >

Chapter2　演習問題

問 1　300K は何℃か。

問 2　300℃は何 [K] か。

ここがPOINT

セルシウス温度と絶対温度の書き換えをスムーズに行えるようにしよう。

< Note >

第 4 講　PART1　確認問題

問 1　物質を構成する分子や原子は乱雑な運動を絶えず行っている。この運動を（　ア　）という。温度は，原子や分子の（　ア　）の激しさを表す物理量である。高温の方が（　ア　）は激しく，個々の原子や分子がもつ（　イ　）エネルギーは大きい。

(1)　文章中の空欄アにあてはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　等速運動　②　熱運動　③　加速度運動　④　放物運動

(2)　文章中の空欄イにあてはまる語句として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　位置　②　弾性　③　核　④　運動

問 2　次の各問いに答えなさい。

(1)　27℃は何 K か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　− 27K　②　0K　③　27K　④　300K

(2)　− 100℃は何 K か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　− 100K　②　0K　③　173K　④　273K

(3)　100K は何℃か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　− 273℃　②　− 173℃　③　0℃　④　100℃

(4)　350K は何℃か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　− 77℃　②　0℃　③　77℃　④　350℃

< Note >

PART2 熱量保存則

目標 熱容量・比熱の意味を押さえ，熱のやり取りの計算をマスター

Chapter1 熱量保存則

1 熱量

：物体の温度が上がったり下がったりするときに，物体が得る，または失う物理量 [単位 J]

：上記の際に移動した熱の量

2 熱容量と比熱

：ある物体を 1K だけ温めるために必要な熱量 [単位 J/K]

熱容量 C[J/K] の物体 1 つを ΔT[K] だけ温めるために必要な熱量 Q[J] は

：ある物質 1g を 1K だけ温めるために必要な熱量 [J/(g・K)]

比熱 c[J/(g・K)] の物質 m[g] を ΔT[K] だけ温めるために必要な熱量 Q[J] は

なお，熱容量 C[J/K] と比熱 c[J/(g・K)] の関係は

3 熱量保存則

外部との熱のやり取りが無く，２つの物体間のみで熱量のやり取りが行われる場合，熱量は保存する。つまり，

が成立。

講師からのMessage

熱容量と比熱の違いをしっかり確認！

熱量保存則を使って，熱のやり取りの計算をできるようにしましょう。なお，数値計算ではキタナイ数値が出てくることが多いです。

重要

$Q = C\Delta T$

重要

$Q = mc\Delta T$

知っておこう

温度の異なる２つの物体を接触させると，やがて両者の温度は等しくなる。この状態を**熱平衡状態**という。

覚えておこう

熱はエネルギーの１形態

まとめ

温度にはセルシウス温度と絶対温度の２種類がある。

熱容量と比熱の意味の違いをしっかり確認

熱量はエネルギーの１形態なので，外に漏れたりしない限り保存する

Chapter2　演習問題

問 1　鉄 60g の熱容量はいくらか。ただし, 鉄の比熱を 0.45J/(g･K) とする。

問 2　ある金属の塊 100g に 190J の熱量を与えたら温度が 5.0K 上昇した。この金属の比熱はいくらか。

問 3　40℃の水 200g と 90℃の水 800g を混ぜると何℃になるか。ただし，水の比熱を 4.2J/(g・K) とする。

ここがPOINT

比熱と熱容量の違いに注意！

< Note >

第 4 講　PART2　確認問題

問 1　質量 100g の物体に 450J の熱量を与えたところ，温度が 10K 上昇した。

(1) この物体の熱容量はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.45J/K　　②　4.5J/K　　③　45J/K　　④　450J/K

(2) この物体の比熱はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.45J/(g･K)　　②　4.5J/(g･K)　　③　45J/(g･K)　　④　450J/(g･K)

問 2　銅 50g の熱容量はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，銅の比熱は 0.38J/(g･K) とする。

①　1.9J/K　　②　13J/K　　③　19J/K　　④　130J/K

問 3　20℃の水 100g と 80℃の水 300g を混ぜると，何℃になるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，熱は外部に逃げないものとする。

①　35℃　　②　45℃　　③　55℃　　④　65℃

< Note >

PART3 物質の三態と潜熱

目標 状態変化と，それに伴う熱のやり取りについて理解する。

Chapter1　物質の三態と潜熱

1 物質の三態

固体：分子，原子が互いにしっかりと結合している状態。

液体：固体ほどではないが，各原子，分子同士が結びついてはいるので，バラバラにはならない状態。

気体：ほとんど結合せず，各分子が自由な速度で飛び回っている状態。

2 潜熱

・**沸点と融点**

[　　　　]：液体が気体に変わる温度。液体と気体が共存する。

[　　　　]：液体が固体に変わる温度。液体と固体が共存する。

・**潜熱**

[　　　　　　　]：液体を気体に変えるために必要な熱量。

[　　　　　　　]：固体を液体に変えるために必要な熱量。

※潜熱は，ふつう 1g あたりで考える。[単位 J/g]

まとめ

物質の状態変化にも熱量が必要。

状態変化の間は，物体の温度は変わらない。

講師からのMessage

固体⇔液体，液体⇔気体といった状態変化にも，熱量が伴うことを理解して，潜熱の種類を確認しましょう。

重要

融解：固体⇔液体
沸騰：液体⇔気体

知っておこう

蒸発：液体から気体への変化。液体の表面で起こる。沸点に達していなくても起こる。
沸騰：温度が沸点に達して気体に変わる現象。液体の表面だけでなく，液体の内部でも起こる。

< Note >

Chapter2　演習問題

0℃，2.0kg の氷をすべて溶かして 0℃の水にするために，必要な熱量はいくらか。ただし，氷の融解熱を 330J/g とする。

ここがPOINT

融解熱は普通 1g あたりで考えます。
また，大きな数字は，

$100 = 10^2$
$1000 = 10^3$
$10000 = 10^4$
⋮

と書けるので，例えば

$3900 = 3.9 \times 10^3$

と書けます。

< Note >

第 4 講　PART3　確認問題

問 1　次の文中の空欄ア，イに適する語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

物体が固体から液体に状態変化しているとき，温度は（　ア　）。このとき，物体は（　イ　）である。

①　ア．上昇する　　イ．すべて液体の状態
②　ア．上昇する　　イ．固体と液体が共存する状態
③　ア．変わらない　イ．すべて液体の状態
④　ア．変わらない　イ．固体と液体が共存する状態

問 2　次の各問いに答えなさい。

(1)　0℃，100g の氷をすべて溶かして，0℃の水にするために必要な熱量は何 J か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，氷の融解熱を 330J/g とする。

①　3.0×10^4J　②　3.3×10^4J　③　3.0×10^5J　④　3.3×10^5J

(2)　100℃，200g の水をすべて蒸発させて，100℃の水蒸気にするために必要な熱量は何 J か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，水の蒸発熱を 2250J/g とする。

①　4.50×10^4J　②　8.89×10^4J　③　4.50×10^5J　④　8.89×10^5J

< Note >

PART4 熱と仕事

目標　熱力学第 1 法則とエネルギーのやり取りを理解しましょう。

Chapter1　熱と仕事

理想気体の場合，分子間にはたらく力などは考えないので，

内部エネルギー＝運動エネルギーの和　となる。

1　内部エネルギー

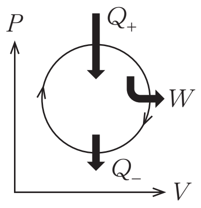
気体分子が持つ運動エネルギーと，分子間にはたらく力による位置エネルギーの和を**内部エネルギー**という。

2　熱力学第 1 法則

気体が**熱量** Q をもらうと，一部は**内部エネルギーの変化** ΔU に，残りは**外への仕事** W として使われる。これを式で表せば

3　熱効率

熱サイクル 1 周で得た熱量のうち，正味の仕事になった分はいくらか，という割合。



まとめ

熱力学第 1 法則は，熱も含めたエネルギー保存則

熱効率の意味をチェック

講師からのMessage

気体は温めると膨らむので，それを利用して外部に仕事をすることができる，つまり，**熱というエネルギーを利用して仕事を生む**ことができます。このやり取りを理解しましょう。

重要

理想気体とは，分子自身の体積，分子間にはたらく力を無視し，ボイル・シャルルの法則などに正確に従う気体。

重要

$Q = \Delta U + W$

重要

熱力学第 1 法則は「熱」も含めたエネルギー保存則！

覚えておこう

熱機関とは，熱を仕事に変えるシステムの総称。

< Note >

Chapter2　演習問題

問 1　気体に対し，体積を一定に保ったまま，10J の熱量を加えた。気体がした仕事と，内部エネルギーの変化はいくらか。

問 2　外部との熱のやり取りを 0 としたままで，気体を圧縮するのに 30J 必要であった。気体の内部エネルギーの変化はいくらか。

問 3　ある熱機関のサイクル 1 周では，100J の熱量を外から入れ，83J の熱量が外に出てくる。この場合，熱効率はいくらか。

ここがPOINT

熱力学第 1 法則，熱効率の定義を，しっかりと確認しましょう。

< Note >

第 4 講　PART4　確認問題

問 1　次の各問いに答えなさい。

(1)　ある気体に対して，40J の熱量を加えたところ，気体は膨張して，内部エネルギーが 15J 増加した。気体が外部にした仕事はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　− 25J　　②　0J　　③　25J　　④　55J

(2)　ある気体に対して，25J の熱量を加えながら，15J の仕事を与えて圧縮した。内部エネルギーの変化はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　− 40J　　②　− 10J　　③　10J　　④　40J

問 2　次の各問いに答えなさい。

(1)　ある熱機関に 50J の熱量を与えたところ，外部に 15J の仕事をした。この熱機関の熱効率はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.15　　②　0.30　　③　0.50　　④　0.65

(2)　ある熱機関に 80J の熱量を与えたところ，60J の熱量が外部に排出された。この熱機関の熱効率はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.10　　②　0.25　　③　0.40　　④　0.60

< Note >

第5講　波
PART1 波とは

目標　波，という現象を学びましょう。

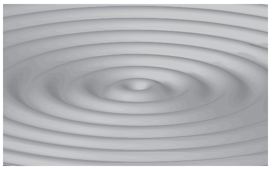
Chapter1　波とは

1　波とは

水面を叩くと，そこから発生した振動が水の分子に次々と伝わり，水面上を波紋がひろがっていく。また，ひもの一端を持って上下に揺らすと，そこで生まれた振動がひもを伝わっていく。

このように, ある媒質に生じた振動などの運動が, 周囲に伝わっていく現象を**波**または**波動**という。

波源：振動が生まれる点
媒質：波を伝える物質のこと
変位：媒質の，もとの位置からのずれ



まとめ

波動とは，媒質中を運動のスタイルだけが伝わっていく現象。

講師からのMessage

波は運動のスタイルだけが伝わっていく現象で，実際にものが移動していく現象ではありません。
１つ１つの媒質粒子が振動している様と，波の山や谷が進行していくイメージを，頭の中でつなげられるようにしましょう。

知っておこう

波動と**流れ**は別の現象

重要

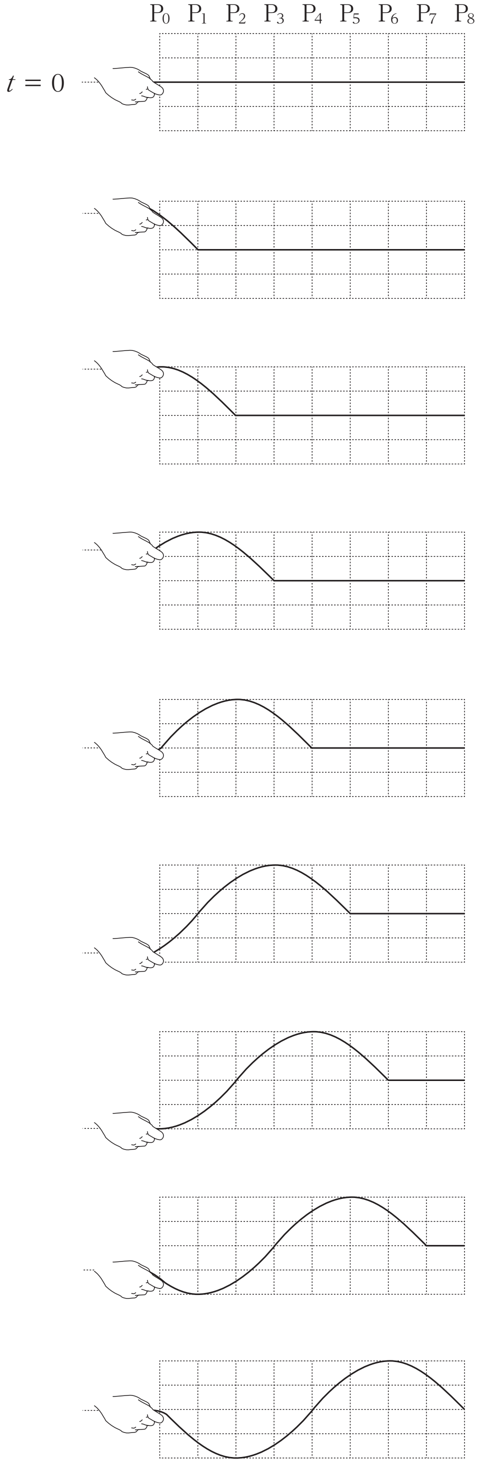
波動：媒質そのものは運ばず，振動などの運動のスタイルだけを運ぶ。

流れ：媒質を運ぶ。

< Note >

Chapter2　演習問題

図の媒質の各点$P_0 \sim P_8$が，$t=0$の位置からどれだけ変位したか，各時刻ごとに矢印で書いて確認しなさい。



ここがPOINT

波の山が伝わっていく様子と，ロープの 1 点 1 点がどう動くのか，この対応をきちんと考えましょう。

< Note >

第 5 講　PART1　確認問題

問 1　次の文章中の空欄ア～エに適する語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

水面をたたくと，そこから生じた振動が水の分子に次々と伝わり，水面上を波紋が広がっていく。このように，ある（　ア　）に生じた振動などの運動が，周囲に伝わっていく現象を（　イ　）という。振動の生まれる点を（　ウ　）といい，（　ア　）の，もとの位置からのずれを（　エ　）という。

①	ア　媒質	イ　流れ	ウ　波源	エ　移動距離
②	ア　媒質	イ　波	ウ　波源	エ　変位
③	ア　溶媒	イ　流れ	ウ　原点	エ　変位
④	ア　溶媒	イ　波	ウ　原点	エ　移動距離

問 2　風が吹いて，水面波（水面上を伝わる波）が生じることにより，水面上の木の葉が揺れている。この水面波の媒質となっているものは何か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　木の葉　　②　空気　　③　水　　④　風

< Note >

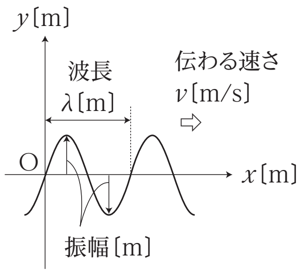
PART2 波形グラフと振動グラフ

目標 波を表す物理量を，グラフとともにおさえましょう。

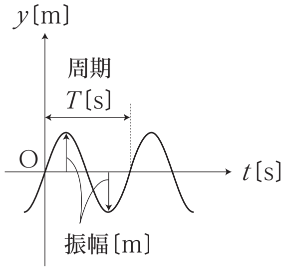
Chapter1 波形グラフと振動グラフ

1 波を表す物理量とグラフ

波の様子を表すグラフと物理量は次の様になる。



波形グラフ



振動グラフ

周期…媒質が1回振動するのにかかる時間（単位 [s]）

振動数…単位時間当たりの振動回数（単位 [Hz]）

まとめ

波を表す物理量について，きちんと覚えよう。

講師からのMessage

波を表すグラフは2種のものがあります。**必ず横軸を確認！** たくさんあって大変ですが，どんな物理量があるのか，きちんと確認しましょう。

重要

波を表す物理量：
波長 λ
周期 T
振動数 f
伝わる速さ v
変位 y
振幅 A

復習

波動は，運動のスタイルのみが伝わる現象。媒質そのものは移動しない。

重要

$f = \dfrac{1}{T}$

< Note >

Chapter2　演習問題

図 1 はある波のある時刻における波形を，図 2 は同じ波のある点の媒質の振動の様子を表したグラフである。この波の

問 1　振幅

問 2　波長

問 3　周期

問 4　振動数

を求めよ。

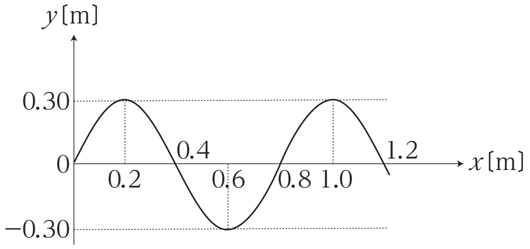


図 1

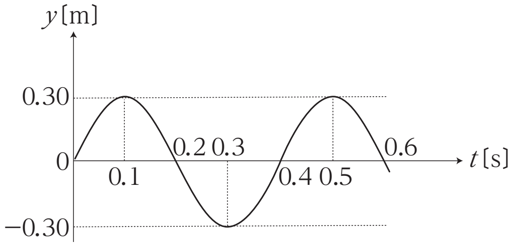


図 2

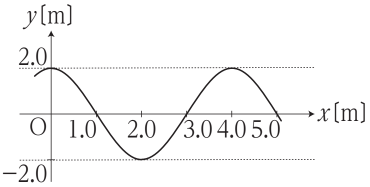
ここがPOINT

まず，グラフの横軸をチェックして，何を表したグラフなのか確認！その上で読み取りましょう。

< Note >

第 5 講　PART2　確認問題

問1　図は，x 軸の正の向きに進む波の時刻 0s での波形グラフを表している。この波が 10 回振動するのにかかる時間は 20 秒であった。以下の各問いに答えなさい。



(1)　この波の振幅はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.0m　　②　2.0m　　③　4.0m　　④　8.0m

(2)　この波の波長はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.0m　　②　2.0m　　③　4.0m　　④　8.0m

(3)　この波の周期はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.50s　　②　1.0s　　③　2.0s　　④　4.0s

(4)　この波の振動数はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

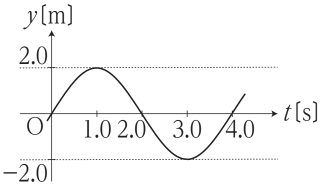
①　0.50Hz　　②　1.0Hz　　③　2.0Hz　　④　4.0Hz

(5)　この波の速さはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

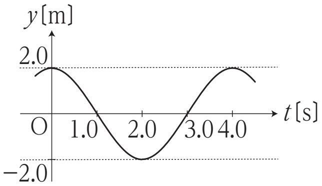
①　1.0m/s　　②　2.0m/s　　③　4.0m/s　　④　8.0m/s

(6)　この波の $x = 0\text{m}$ での振動グラフはどのようになるか。最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

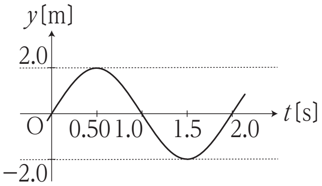
a



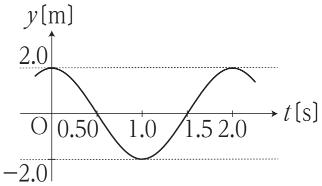
b



c



d



①　a　　②　b　　③　c　　④　d

PART3 波の基本式

目標　波の問題を解く際に使う，重要な基本式を学びましょう。

Chapter1　波の基本式

1　波の基本式

または

（v：伝わる速さ　f：振動数　λ：波長　T：周期）

まとめ

波動の基本計算で使う式は，$v = f\lambda$

講師からのMessage

波の基本で計算に使う式は２つしかありません。１つは前回やった周期と振動数の関係。もう１つをここで学びます。ただし，表現が２種あるので注意しましょう。

重要

この２つは同じ式！
表現に使う物理量が異なるだけです。

復習

振動数と周期の関係

$$f = \frac{1}{T}$$

< Note >

Chapter2　演習問題

図のように，ある媒質を x 軸の正の方向に速さ 2.0m/s で伝わる波がある。 この波の

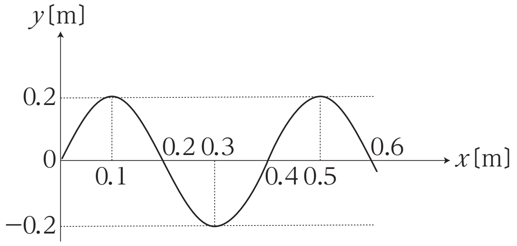
問１　振幅

問２　波長

問３　周期

問４　振動数

を求めよ。



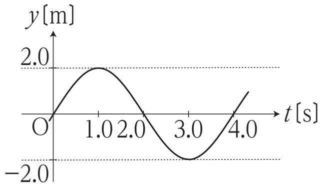
ここがPOINT

まずは図と問題文から，読み取れる量をすべて読み取る。その上で計算に入りましょう。

< Note >

第 5 講　PART3　確認問題

問 1　図は，波長 10m の波の波源での振動グラフを表している。この波について，以下の各問いに答えなさい。



(1)　この波の周期はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.0s　　②　2.0s　　③　4.0s　　④　8.0s

(2)　この波の振動数はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.125Hz　　②　0.25Hz　　③　0.50Hz　　④　1.0Hz

(3)　この波の速さはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.25m/s　　②　2.5m/s　　③　5.0m/s　　④　10m/s

問 2　次の各問いに答えなさい。

(1)　速さ 3.0m/s，周期 2.0s の波の波長はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.67m　　②　1.5m　　③　3.0m　　④　6.0m

(2)　振動数 15Hz，波長 2.0m の波の速さはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.13m/s　　②　7.5m/s　　③　15m/s　　④　30m/s

(3) 振動数 10Hz の波の周期はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 0.10s　② 1.0s　③ 10s　④ 100s

PART4 横波と縦波

目標　縦波について，その仕組みと特徴を学びましょう。

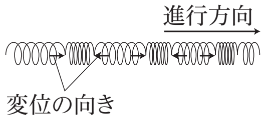
Chapter1　横波と縦波

1　横波と縦波

横波：媒質の振動方向と，波の進む向きが**垂直**

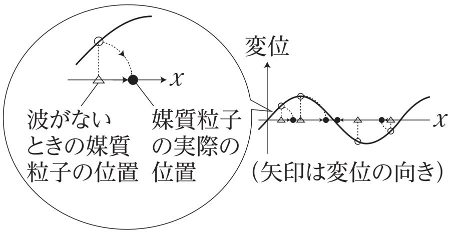
縦波：媒質の振動方向と，波の進む向きが**平行**

※縦波は, 媒質粒子が密集した点（**密**）とまばらになった点（**疎**）が交互に繰り返して伝わっていくので，**疎密波**ともいう。



2　縦波のグラフ

変位を上下に起こして，横波のように描く。



まとめ

縦波は，媒質の振動方向と波の進行方向が平行，疎と密な部分が存在する。

講師からのMessage

波には，横波と縦波の2種があります。縦波はイメージがしにくいですが，グラフの書き方・解釈の仕方を含めて，しっかりと理解しましょう。

重要

密：最も密度が高い
疎：最も密度が低い

覚えておこう

音波は縦波の最重要例

< Note >

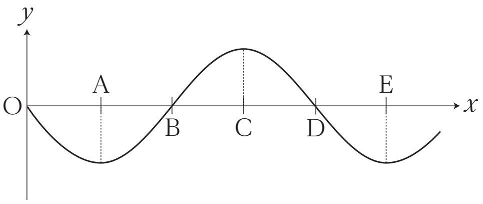
Chapter2　演習問題

図は，ある時刻における縦波の様子をあらわしたグラフである。以下の条件をみたす位置を記号で答えよ。

問１　この時刻において，最も密な位置

問２　この時刻において，最も疎な位置

問３　この時刻において，媒質の速度が x 軸の正方向に最大



ここがPOINT

媒質の変位の方向をよく考えましょう。

< Note >

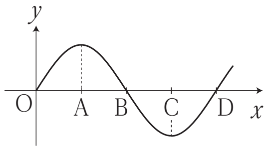
第 5 講　PART4　確認問題

問 1　次の文章中の空欄ア～エにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

横波は，媒質の振動方向と，波の進む向きが（　ア　）の波である。一方，縦波は，媒質の振動方向と，波の進む向きが（　イ　）であり，（　ウ　）波ともいわれている。音波は（　エ　）の代表的な例である。

①	ア．垂直	イ．平行	ウ．疎密	エ．縦波
②	ア．垂直	イ．平行	ウ．山谷	エ．縦波
③	ア．平行	イ．垂直	ウ．疎密	エ．横波
④	ア．平行	イ．垂直	ウ．山谷	エ．横波

問 2　図は，ある時刻における縦波の変位を，x 軸の正の向きの変位を y 軸の正の向きになおして，横波のように表したグラフである。この時刻において，次の条件を満たす位置として最も適当なものを，下の①～④のうちからそれぞれ選びなさい。



(1)　最も疎となる位置

①　A　　②　B　　③　C　　④　D

(2)　最も密となる位置

①　A　　②　B　　③　C　　④　D

(3)　媒質の変位が x 軸の正の向きに最大となる位置

①　A　　②　B　　③　C　　④　D

< Note >

PART5 重ね合わせの原理

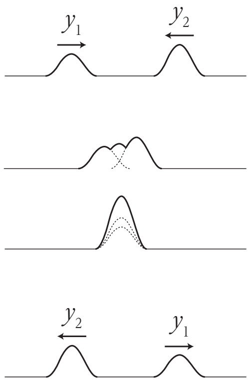
目標　2つの波の合成について，学びましょう。

Chapter1　重ね合わせの原理

1　重ね合わせの原理

媒質中のある1点に2つの波がきたとき，その点での変位は，それぞれの波が単独で伝わるときの変位の和となる。

重ね合わさってできた波を**合成波**という。



2　波の独立性

2つの波が重ね合わさったあと，再び2つの独立な波に戻る。つまり，波が重ね合わさっても，物体どうしの衝突のように，他方の波の進行を妨げたりするようなことはない。これを**波の独立性**という。

まとめ

合成波の変位は，各々の波の変位の和

講師からのMessage

2つの波が1点で出会うと合体します。その仕組みについて考えましょう。

重要

正と正，負と負の変位が合わされば強め合い，正と負が合わされば弱め合います。

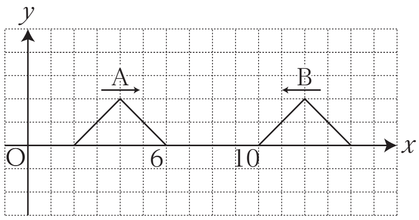
知っておこう

重ね合わせの原理が成り立つことが，波と粒子の1番の違いです。

< Note >

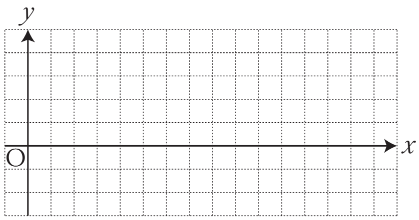
Chapter2　演習問題

図のように，波形が等しい 2 つの波が x 軸上を互いに逆向きに，1 マス毎秒で進んでいる。この図から 3 秒後と 4 秒後の波形を書きなさい。

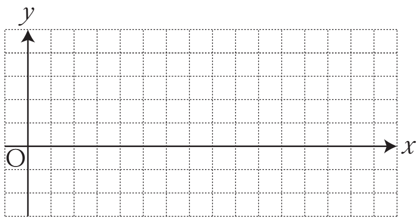


解答スペース

問 1



問 2



ここがPOINT

まずは A，B それぞれの波がどこまで移動するかを考える。その後，変位の和を考えましょう。

< Note >

第 5 講　PART5　確認問題

問 1　次の文章中の空欄にあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

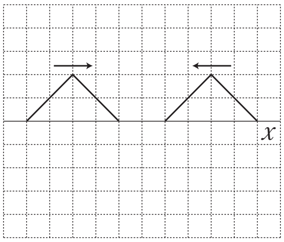
媒質中のある 1 点に 2 つの波が到達したとき，その点での変位は，それぞれの波が単独で伝わるときの変位の（　ア　）となる。これを波の重ね合わせの原理という。重ね合わさってできた波を（　イ　）という。

2 つの波が重ね合わさったあと，2 つの波はもとの形に戻って進んでいく。つまり，波が重ね合わさっても，物体どうしの衝突のように，他方の波の進行を妨げたりするようなことはない。これを波の（　ウ　）という。

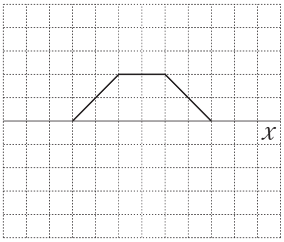
①	ア．和	イ．重合波	ウ．自立性
②	ア．差	イ．重合波	ウ．独立性
③	ア．和	イ．合成波	ウ．独立性
④	ア．差	イ．合成波	ウ．自立性

問 2　図のような 2 つの波が x 軸上を互いに逆向きに，毎秒 1cm の速さで進んでいる。この図から 2 秒後の波形として最も適当なものを，それぞれ①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，方眼の 1 マスは 1cm とする。

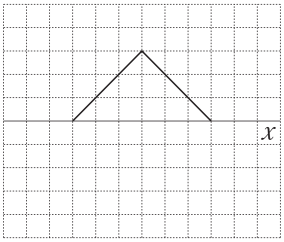
(1)



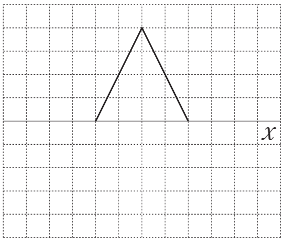
a



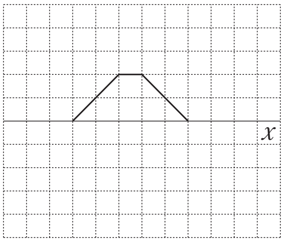
b



c

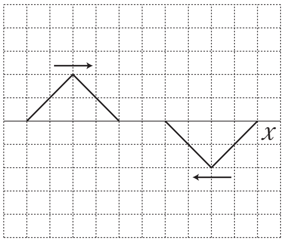


d

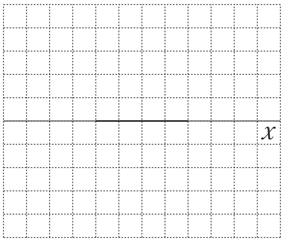


① a　　② b　　③ c　　④ d

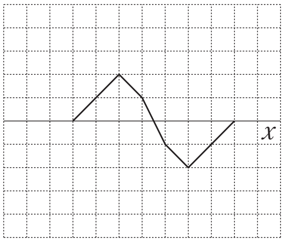
(2)



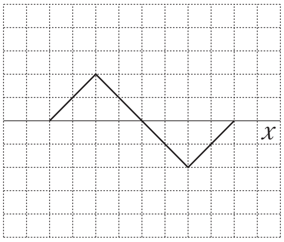
a



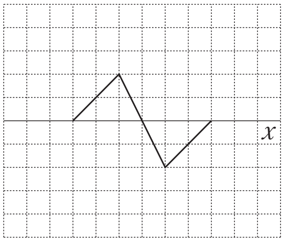
b



c



d



① a　　② b　　③ c　　④ d

PART6 反射

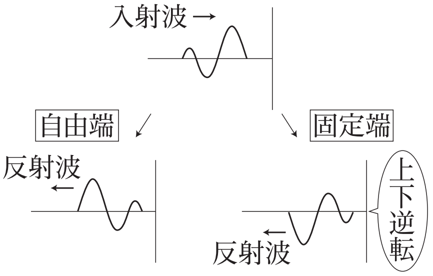
目標　波の反射の仕方について学び，図示できるようにしましょう。

Chapter1　反射

1　反射

プールの壁際や，ロープを括り付けてある点などに波が伝わると，波はその点で**反射**し，逆向きに伝わる。

反射の仕方には，その反射端により２種類のものがある。



反射波のかき方のポイントは３つ!

①指定された時刻において，**仮に反射端がなかったら入射波はどこまで進んでいる**かをかく。
②反射端をこえた部分を，反射端を軸に**折り返す**。
③固定端の場合のみ，さらに**上下ひっくり返す**。

講師からのMessage

波には**反射**という性質もあります。反射を起こす端点により，反射の仕方が２つあることに注意しましょう。

重要

反射の仕方は２種類！
自由端反射：そのまま
固定端反射：山谷逆転

知っておこう

自由端：
そこで媒質が自由に振動できる。
固定端：
その点で媒質は固定されており，一切振動できない。

まとめ

反射端が自由端なのか固定端なのかで，反射の仕方が異なる。

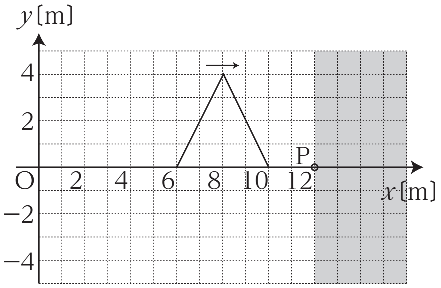
< Note >

Chapter2　演習問題

図は速さ 1m/s で進む波を表している。x = 12m のところに反射端がある。5.0s 後のこの波の様子について，以下の２通りを書きなさい。

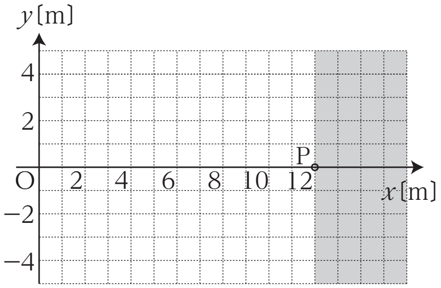
問１　x = 12m が自由端

問２　x = 12m が固定端

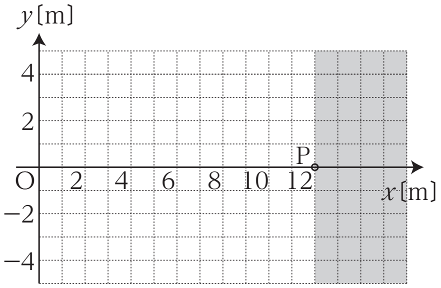


解答スペース

問１



問２



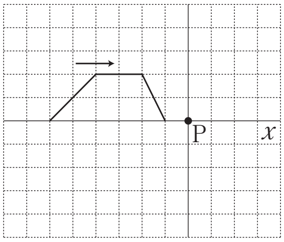
ここがPOINT

まず，反射端がないと思って入射波を書きます。その上で反射波を書きます。

< Note >

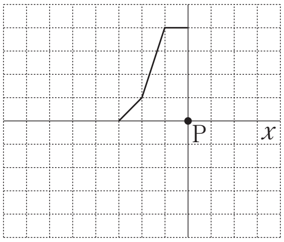
第5講　PART6　確認問題

問1　図は，速さ 1cm/s で x 軸の正の向きに進む波を表していて，点 P に反射端がある。以下の場合について答えなさい。ただし，方眼の 1 マスは 1cm とする。

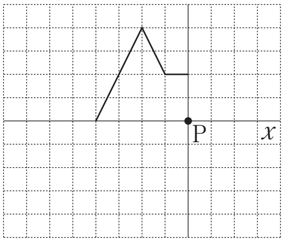


(1)　点 P が自由端の場合，この波の 4.0 秒後の様子として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

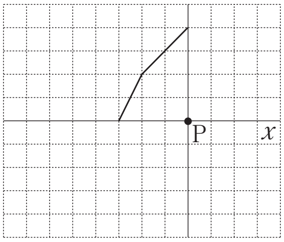
a



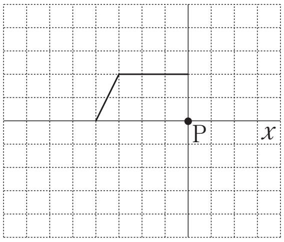
b



c



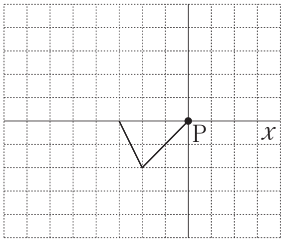
d



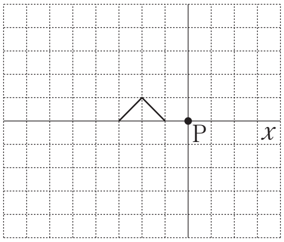
①　a　　②　b　　③　c　　④　d

(2) 点 P が固定端の場合，この波の 4.0 秒後の様子として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

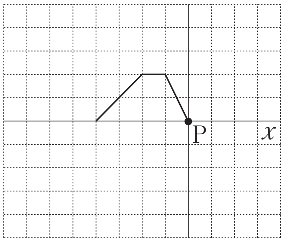
a



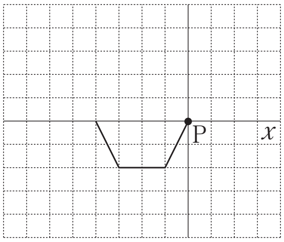
b



c



d



① a　　② b　　③ c　　④ d

PART7 定常波

目標　どちらにも進行しない波，定常波について学びましょう。

Chapter1　定常波

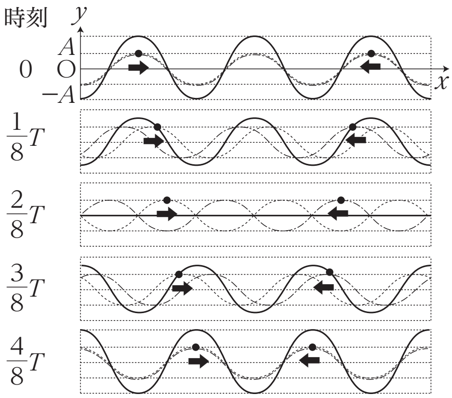
1　定常波(定在波)

同じ性質の波がお互い逆向きに進行してきて重ね合わさるとできる，どちらにも進行しない波を**定常波**という。

腹：最も振幅が大きい点

節：まったく振動しない点

1/8 周期ごとの，定常波ができる様子を表した図



まとめ

定常波には，節と腹があり，振動する位置が決まっている。

講師からのMessage

同じ性質の２つの波を合成すると，どちらにも進行しない波ができます。これを**定常波**と言います。

重要

節，**腹**の意味を確認！

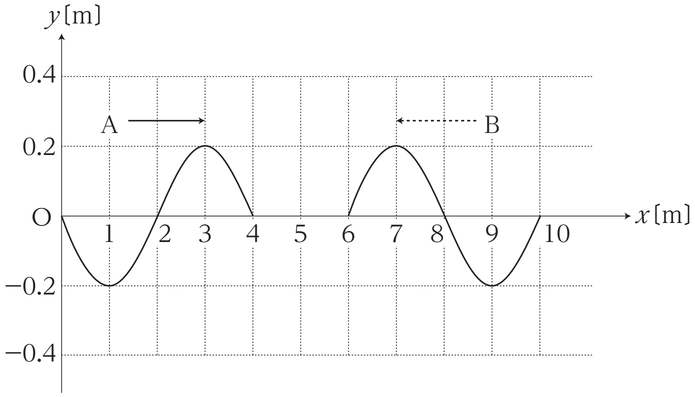
< Note >

Chapter2　演習問題

図のように，波長，振幅，速さが等しい２つの波が互いに逆向きに進行している。なお，この波は無限に続いている。

問１　波の速さを 1.0m/s として，4.0s 後の合成波の様子を書け。

問２　全体が定常波となったあとの，腹の位置を図の範囲ですべて答えよ。



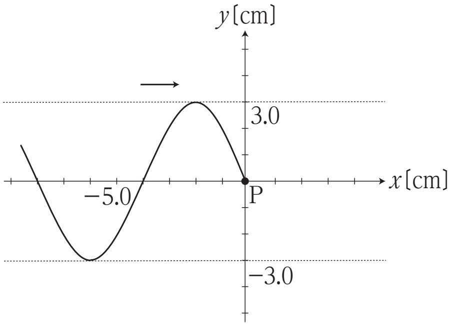
ここがPOINT

まずは A，B それぞれの波が指定された時刻でどこまで進むのかを書きます。その上で変位の和を考えましょう。

< Note >

第 5 講　PART7　確認問題

問 1　図は，x 軸の正の向きに進む連続した波の，ある瞬間の様子を表している。y 軸は反射端となっており，ここで波は反射する。波の進む速さを 1.0cm/s として，以下の各問いに答えなさい。



(1)　この波の周期はいくらか。最も適当なものを, 次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　2.0s　　②　4.0s　　③　6.0s　　④　8.0s

(2)　点 P が自由端であったとき，図の状態を時刻 0 秒とすると，2.0 秒後の最大変位はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.5cm　　②　3.0cm　　③　4.5cm　　④　6.0cm

(3)　点 P が自由端であったとき，生じる定常波の節の，点 P からの距離として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，選択肢以外にも節の位置は存在するものとする。

①　1.0cm　　②　2.0cm　　③　3.0cm　　④　4.0cm

(4)　点 P が固定端であったとき，生じる定常波の節の，点 P からの距離として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，選択肢以外にも節の位置は存在するものとする。

①　1.0cm　　②　2.0cm　　③　3.0cm　　④　4.0cm

< Note >

第6講 音

PART1 音波

目標 音波について，その特徴を理解しましょう。

Chapter1 音波

1 音波とは

[ ]：空気などの媒質を伝わる**縦波**である。

[ ]：音波を発生させる物体。

温度 t[℃] の空気中で，音波の伝わる速さ V[m/s] は

[ ]

2 音の三要素

①**音の大きさ**：振幅による

②**音の高さ**：振動数による

③**音色**：波形による

3 うなり

振動数 f_1 と振動数 f_2 の音波を同時に鳴らしたときに観測される，単位時間あたりのうなりの回数 n は

[ ]

まとめ

音波は縦波。

常温での音の速さは約 340[m/s]。

音の三要素をきちんと確認。

講師からのMessage

ここでは，身近な波の１つである音波について学びます。その正体と特徴をしっかりと学びましょう。

知っておこう

音速は媒質によって異なる。
空気以外の例
水：約 1500[m/s]
氷：約 3230[m/s]
ヘリウム：約 1000[m/s]
鉄：約 6000[m/s]

知っておこう

音の大きさ：振幅
音の強さ：振幅と振動数による。

知っておこう

音の強さの（人の感覚でなく）正確な定義：
音波の進行方向に垂直な面を考え，その**単位面積を単位時間あたりに通過するエネルギー**。

知っておこう

高い音の方が振動数が大きく，周期は短い。

重要

$n = |f_1 - f_2|$

< Note >

Chapter2　演習問題

問 1　15℃での音速はいくらか。ただし，0℃での音速を 331m/s，温度 1℃上昇ごとに，音速は 0.6m/s ずつ増えるとする。

問 2　振動数 440Hz と 442Hz の音波が聞こえた場合，1s 間あたりのうなりの回数はいくらか。

ここがPOINT

音波について，ちょっとした計算を確認しましょう。

＜ Note ＞

第6講　PART1　確認問題

問1　温度 t〔℃〕の空気中で音波の伝わる速さ V〔m/s〕は，$V = 331.5 + 0.6t$ と表される。次の温度での空気中の音速はいくらか。最も適当なものを，次の①〜④ のうちからそれぞれ 一つ選びなさい。

(1)　15℃

①　339.5m/s　②　340.5m/s　③　341.5m/s　④　342.5m/s

(2)　− 10℃

①　325.5m/s　②　326.5m/s　③　327.5m/s　④　328.5m/s

(3)　300K

①　346.7m/s　②　347.7m/s　③　510.5m/s　④　511.5m/s

問2　次の文章中の空欄ア〜ウにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①〜④のうちから一つ選びなさい。

音の大きさ，音の高さ，音色の 3 つを音の三要素という。音の大きさは，その（　ア　）で決まり，音の高さは，その（　イ　）によって決まる。また，音色は，その（　ウ　）によって決まる。

	ア	イ	ウ
①	振幅	振動数	波形
②	振幅	振動数	速さ
③	振動数	振幅	波形
④	振動数	振幅	速さ

問3　440Hz のおんさ A と，それより少し高い音を出すおんさ B を同時に鳴らすと，毎秒 3 回のうなりが聞こえた。おんさ B の出す音の振動数はいくらか。最も適当なものを，次の①〜④のうちから一つ選びなさい。

①　437Hz　②　441Hz　③　443Hz　④　446Hz

< Note >

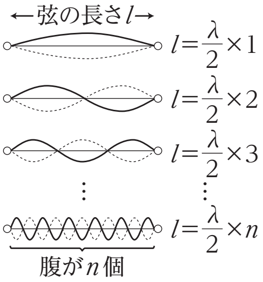
PART2 弦の振動

目標 弦に生じる定常波と固有振動数について学びましょう。

Chapter1　弦の振動

1 弦に生じる定常波

弦を弾くと弦に生じた横波が固定点で反射し，入射波と重ね合わさって**定常波ができる**。このとき，両端は定常波の**節**となる。また，弦に生じる定常波の様子は下の図の様になる。



弦の長さを l として，腹が n 個の定常波が生じた場合の波長 λ は

波の速さを v として，振動数は

となる。（これを弦の**固有振動数**という。）

なお，$n=1$ の場合を**基本振動**といい，その時の振動数を**基本振動数**という。一般に弦の固有振動数は，その基本振動数の**整数倍**のものに限られる。

まとめ
弦に生じる定常波は，固有振動数のものしか存在しない。

講師からのMessage
弦を弾くと音が聞こえますが，音波と弦に生じる波は別物です。そのメカニズムが何なのか，理解しましょう。

重要

$$f=\frac{v}{2l}\cdot n$$

復習
定常波には，**節**と**腹**がある。

発展
弦を伝わる波の速さは，弦の張力 S[N]，線密度 ρ [kg/m] を用いて

$$\sqrt{\frac{S}{\rho}}\ \text{[m/s]}$$

と書ける。

< Note >

Chapter2　演習問題

長さ 60cm の弦を 400Hz で振動させると，腹が 2 つの定常波が生じた。

問 1　波長を求めよ。

問 2　この弦を伝わる横波の速さを求めよ。

ここがPOINT

まずは定常波の図を描き，その図から判断して解き進めましょう。

< Note >

第 6 講　PART2　確認問題

問 1　両端を固定した長さ 0.90m の弦に振動数 400Hz の振動を与えたところ，腹が 1 つの定常波ができた。

(1) この弦にできた振動を何というか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　基本振動　②　2 倍振動　③　3 倍振動　④　4 倍振動

(2) この弦にできた定常波の波長はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.30m　②　0.45m　③　0.90m　④　1.8m

(3) この弦を伝わる波の速さはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　120m/s　②　180m/s　③　360m/s　④　720m/s

(4) 弦の長さと張力を変えずに，振動数 1200Hz の振動を与えると，腹がいくつの定常波ができるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1 つ　②　2 つ　③　3 つ

④　定常波はできない

(5) 張力を変えずに，弦の長さを 0.45m にして，腹が 1 つの定常波を作るには，弦に何 Hz の振動を与えればよいか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　200Hz　②　400Hz　③　800Hz　④　1600Hz

< Note >

PART3 気柱の共鳴 1

目標　閉管について，固有振動数の式などを学びましょう。

Chapter1　気柱の共鳴1

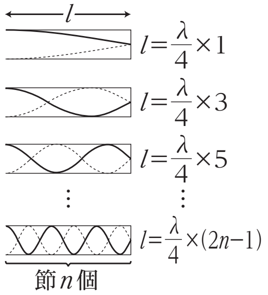
1　気柱の共鳴

送り込んだ波に対し，管の中の気体が振動して共鳴する。

共鳴時には，管の**口を腹**，**底を節**とする定常波が生じている。管の長さを l として，閉管について，固有振動数を考えてみよう。

・閉管

生じる定常波の様子は下の図の様になる。



閉管の長さを l として，腹が n 個の場合，生じた定常波の波長 λ は

音波の速さを v として，振動数は

となる。（これを閉管の**固有振動数**という。）

なお，$n=1$ の場合を**基本振動**といい，その時の振動数を**基本振動数**という。一般に閉管の固有振動数は，その基本振動数の**奇数倍**のものに限られる。

講師からのMessage

筒などに息を吹き込むと音が鳴ることがあります。その時には何が起こっているのか，理解しましょう。PART3 は閉管についてです。

重要

固有振動数の式

$$f=\frac{v}{4l}\cdot(2n-1)$$

知っておこう

開口端補正：
厳密には，腹は管の口よりもやや外側にある。この，ずれの長さを開口端補正という。

覚えておこう

密度の変化が激しいのは，**節**の位置！

まとめ

閉管の固有振動数は，その基本振動数の奇数倍のものに限られる。

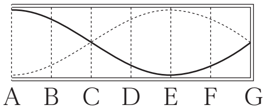
Chapter2　演習問題

　音波を長さ 51cm の閉管に共鳴させると，図のように 3 倍振動の定常波が生じた。音速を 340m/s，開口端補正は無視する。

問 1　生じた定常波の波長を求めよ。

問 2　音波の振動数を求めよ。

問 3　疎密の変化が最大の点を図中の記号で答えよ。



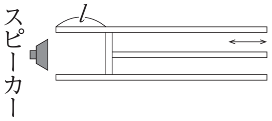
ここがPOINT

まずは定常波の図をよく見て，その図から判断して解き進めましょう。

< Note >

第6講 PART3 確認問題

問1 図のような閉管がある。スピーカーから一定の振動数の音波を出しながら，閉管の長さ l を 0m から徐々に長くしていったところ，$l = 0.17$m のところで初めて共鳴した。音速を 340m/s，開口端補正は無視できるものとする。



(1) 初めて共鳴したときに閉管内にできている定常波の振動として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 基本振動　② 2倍振動　③ 3倍振動　④ 5倍振動

(2) スピーカーの出す音波の振動数はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 250Hz　② 500Hz　③ 1000Hz　④ 2000Hz

(3) 長さ l をさらに長くしていくと，次に共鳴するときの l はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 0.26m　② 0.34m　③ 0.51m　④ 0.68m

(4) 長さ l を 0.17m に戻し，初めに共鳴していた振動数から徐々に振動数を大きくしていったところ，ある振動数で再び共鳴した。このときのスピーカーの出す音波の振動数はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 750Hz　② 1000Hz　③ 1500Hz　④ 3000Hz

(5) (3) の状態のとき，疎密の変化が最大となるのは，閉管の閉じた端のほかにどの位置となるか。管の入り口からの距離として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 0.056m　② 0.17m　③ 0.34m　④ 0.42m

< Note >

PART4 気柱の共鳴 2

目標 開管について，固有振動数の式などを学びましょう。

Chapter1　気柱の共鳴2

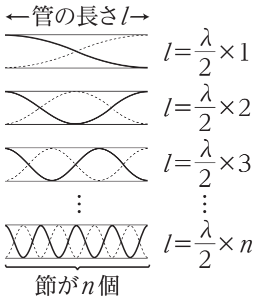
1 気柱の共鳴 復習

送り込んだ波に対し，管の中の気体が振動して共鳴する。

共鳴時には，管の口を腹，底を節とする定常波が生じている。管の長さを l として，開管の場合について，固有振動数を考えてみよう。

・開管

生じる定常波の様子は下の図の様になる。



開管の長さを l として，節が n 個の場合，生じた定常波の波長 λ は

音波の速さを v として，振動数は

となる。（これを開管の**固有振動数**という。）

なお，$n=1$ の場合を**基本振動**といい，その時の振動数を**基本振動数**という。一般に開管の固有振動数は，その基本振動数の**整数倍**のものに限られる。

講師からのMessage

筒などに息を吹き込むと音が鳴ることがあります。その時には何が起こっているのか，理解しましょう。今回は開管です。

重要

固有振動数の式

$f=\frac{v}{2l}\cdot n$

知っておこう

開口端補正：
厳密には，腹は管の口よりもやや外側にある。この，ずれの長さを開口端補正という。

覚えておこう

密度の変化が激しいのは，**節**の位置！

まとめ

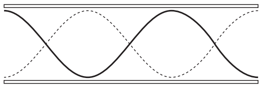
開管の固有振動数は，基本振動数の整数倍

Chapter2　演習問題

音波を長さ 51cm の開管に共鳴させると，図のように 3 倍振動の定常波が生じた。音速を 340m/s，開口端補正は無視する。

問 1　生じた定常波の波長を求めよ。

問 2　音波の振動数を求めよ。



ここがPOINT

まずは定常波の図をよく見て，その図から判断して解き進めましょう。

< Note >

第6講 PART4 確認問題

問1 音波を長さ50cmの開管に共鳴させた。音速を340m/s，開口端補正は無視できるものとする。

(1) この開管に基本振動の定常波が生じているとき，この定常波の波長はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 25cm ② 50cm ③ 100cm ④ 200cm

(2) (1)のときの音波の振動数はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 0.34Hz ② 0.68Hz ③ 340Hz ④ 680Hz

(3) この開管に2倍振動の定常波が生じているとき，定常波の波長はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 25cm ② 50cm ③ 100cm ④ 200cm

(4) (3)のときの音波の振動数はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 0.34Hz ② 0.68Hz ③ 340Hz ④ 680Hz

(5) この開管に3倍振動の定常波が生じているとき，音波の振動数はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 1.02Hz ② 2.04Hz ③ 1020Hz ④ 2040Hz

< Note >

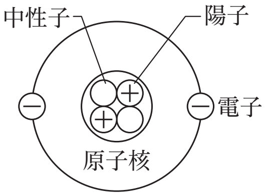
第7講　電気

PART1 電気量と静電気力

目標　電気の基本的な性質について学びましょう。

Chapter1　電気量と静電気力

1　原子の構造　復習



2　静電気

静電気：流れを伴わない電気

帯電：物体が電気を帯びること（帯電した粒子を**イオン**という）

電荷:電気現象を生じさせるもの（正と負，２種類のものがある）

電気量：電荷の量（単位 [C]）

3　静電気力

電荷の間には力がはたらく。これを**静電気力**という。

電荷には**正**と**負**，２種類のものがあるが

異種の電荷どうしは**引きあい**，同種の電荷どうしは**反発**しあう。

4　導体と不導体

導体：**自由電子**が存在し，電流を流すことができる。

不導体（絶縁体）：自由電子が存在せず，電流を流すことができない。

まとめ

静電気力は電荷間ではたらく力。

講師からのMessage

電荷と，それに関する静電気力について学びます。

重要

普通の状態では，物質がもつ電荷は±ゼロ。

重要

摩擦など，何かしらの作用により「電子がある物質から他の物質へ移動する」ことで**帯電**がおこる。

覚えておこう

引力：互いに引きあう力
斥力：反発しあう力

覚えておこう

電子１個がもっている電気量は
-1.6×10^{-19}C
である。

覚えておこう

$e = 1.6 \times 10^{-19}$C
を，**電気素量**という。

< Note >

Chapter2　演習問題

以下の文中の［　　］を埋めよ。

物体をこすり合わせると電気が生じることがある。この様な現象を［ 1 ］といい，生じた電気を［ 2 ］という。また，静電気を帯びたものどうしの間には力がはたらく。この力を［ 3 ］という。静電気の原因となるものを［ 4 ］と呼び，その量は［ 5 ］という。単位は［ 6 ］である。電荷には正と負の２種が存在し，同種の電荷の間には［ 7 ］が，異符号の電荷間には［ 8 ］が働く。

原子は正の電荷をもつ原子核と，それをとりまく負の電荷をもった［ 9 ］からできている。原子核は正の電荷をもつ［ 10 ］と電荷をもたない［ 11 ］で構成されるが，陽子と電子がもつ電荷の大きさは等しい。これを電気素量といい，e と書く。その値は

$$e = \boxed{\ 12\ }\,[\mathrm{C}]$$

である。

ここがPOINT

静電気に関して，用語の確認です。

< Note >

第7講　PART1　確認問題

問1　用語の説明として**誤っているもの**はどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　静電気：流れを伴わない電気

②　帯電：物体が電気を帯びること

③　電荷：電気現象を生じさせるもので，正と負の2種類がある

④　電気量：電荷の量で，単位は [A] を用いる

問2　次の文中の空欄ア～ウにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

電荷の間には力がはたらく。これを（　ア　）という。（　イ　）の電荷どうしは引きあい，（　ウ　）の電荷どうしは反発しあう。

①　ア　静電気力　　イ　同種　　ウ　異種

②　ア　静電気力　　イ　異種　　ウ　同種

③　ア　電力　　イ　同種　　ウ　異種

④　ア　電力　　イ　異種　　ウ　同種

問3　次の文章について，以下の問いに答えなさい。

原子は，正の電荷をもつ原子核と，それをとりまく負の電荷をもつ（　ア　）からできている。原子核は，正の電荷をもつ（　イ　）と，電荷をもたない（　ウ　）で構成されている。（　ア　）と（　イ　）がもつ電荷の大きさは等しく，これを電気素量という。

(1)　文中の空欄ア～ウにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　ア　電子　　イ　陽子　　ウ　中性子

②　ア　電子　　イ　中性子　　ウ　陽子

③　ア　中性子　　イ　陽子　　ウ　電子

④　ア　中性子　　イ　電子　　ウ　陽子

(2)　文中の下線部について，その値として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.6×10^{-18}C　②　1.6×10^{-19}C　③　1.8×10^{-18}C　④　1.8×10^{-19}C

< Note >

PART2 電流

目標　電流とは何なのか，学びましょう。

Chapter1　電流

1　電流

電子やイオンなどの電荷の流れを**電流**という。電流の強さは，**単位時間あたりに通過した電気量**で表され

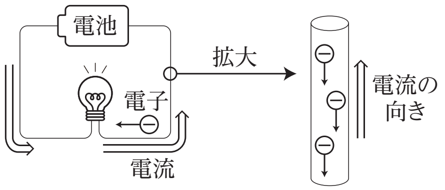
と書ける。

2　電流の強さ

1[s] 当たりに 1[C] 流れるときの電流の強さを 1[A] という。

3　電流の正体

実際には，電流の担い手は**自由電子（負の電荷）**である。電子の流れる向きは**電流と逆向き**であることに注意。



まとめ

電流は電荷の流れ！

1 A = 1 C/s

講師からのMessage

電流とはそもそも何なのか学びます。ミクロにみると，電子の流れがその正体です。

知っておこう

一方向に流れる電流を**直流**という。

重要

電子１個がもつ電気量は
-1.6×10^{-19} C

重要

1.6×10^{-19}C
を**電気素量**という。

重要

電流の向きは「正の電荷の流れる向き」と定義されている。

重要

電流の正体は電子（負の電荷）の流れ。

重要

単位時間あたりに通過する電子の数を用いて
$I = en$

＜ Note ＞

Chapter2　演習問題

ある導線に 4.8A の電流が流れている。この導線を 1s あたりに通り抜ける電子の個数はいくらか。ただし，電子 1 個あたりの電気量は -1.6×10^{-19}C である。

ここがPOINT

電流の強さの定義は

1A = 1C/s

です。

< Note >

第7講　PART2　確認問題

問1　次の文中の空欄ア・イにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

電子やイオンなどの電荷の流れを電流という。電流の担い手は（　ア　）であり，（　ア　）の流れる向きは，電流と（　イ　）向きである。

① ア　陽子　　イ　逆
② ア　陽子　　イ　同じ
③ ア　自由電子　　イ　逆
④ ア　自由電子　　イ　同じ

問2　ある導線の断面を1.0秒間あたりに通り抜ける電子の数は 1.5×10^{19} 個であった。この導線を流れる電流の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，電気素量は 1.6×10^{-19}C とする。

① 0.94A　② 1.1A　③ 2.4A　④ 4.8A

問3　ある導線に3.2Aの電流が流れている。この導線の断面を1秒間あたりに通り抜ける電子の個数はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，電気素量は 1.6×10^{-19}C とする。

① 2.0×10^{19} 個　② 5.0×10^{19} 個　③ 2.0×10^{20} 個　④ 5.0×10^{20} 個

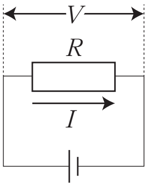
< Note >

PART3 抵抗とオームの法則

目標　回路に対する電流の流れ方を学びましょう。

Chapter1　抵抗とオームの法則

1　オームの法則　復習



（V：電圧 [V]，I：電流 [A]，R：抵抗値 [Ω]）

講師からのMessage

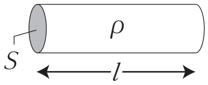
中学校でも学習した，電流やオームの法則や抵抗について，学びます。

重要

抵抗値の定義は

$R=\dfrac{V}{I}$

2　抵抗と抵抗率



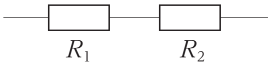
（ρ ：抵抗率 [Ω・m]，l：長さ [m]，S：断面積 [m^2] ）

知っておこう

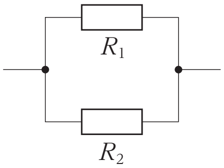
抵抗率 ρ は金属ごとに決まる定数

3　合成抵抗

直列合成：$R=R_1+R_2$



並列合成：$\dfrac{1}{R}=\dfrac{1}{R_1}+\dfrac{1}{R_2}$



重要

直列：電流が共通

並列：電圧が共通

まとめ

電流はオームの法則に従って流れる。

抵抗は合成して，まとめてしまうことができる。

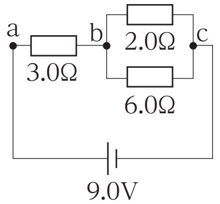
< Note >

Chapter2　演習問題

問1　長さ40cm，断面積22cm^2，抵抗率$1.1 \times 10^{-6}\Omega \cdot \mathrm{m}$の抵抗線の抵抗値を求めよ。

問2　ある抵抗を電圧3.0Vの電池につないだところ，0.50Aの電流が流れた。この抵抗の抵抗値は何Ωか。

問3　次の回路のbc間，ac間の合成抵抗を各々求めよ。また，電池のところに流れる電流の大きさを求めよ。



ここがPOINT

オームの法則，合成抵抗などの確認です。丁寧に計算しましょう。

< Note >

第7講 PART3 確認問題

問1 次の各問いに答えなさい。

(1) 抵抗値 10 Ωの抵抗に 2.0A の電流を流したときの抵抗の両端の電圧はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 0.20V ② 5.0V ③ 12V ④ 20V

(2) ある抵抗に 5.0V の電圧をかけたところ，0.20A の電流が流れた。この抵抗の抵抗値はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 2.5 Ω ② 10 Ω ③ 25 Ω ④ 50 Ω

(3) 抵抗値 20 Ωの抵抗に 10V の電圧をかけたときに流れる電流の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 0.50A ② 2.0A ③ 30A ④ 200A

問2 長さ 0.30m，断面積 1.0×10^{-8}m^2，抵抗率 1.1×10^{-6} Ω・m の抵抗線の抵抗値はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 0.33 Ω ② 3.3 Ω ③ 33 Ω ④ 330 Ω

問3 抵抗値 10 Ωの抵抗 A と抵抗値 15 Ωの抵抗 B について，以下の問いに答えなさい。

(1) 抵抗 A と抵抗 B を直列に接続したときの合成抵抗はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 5.0 Ω ② 6.0 Ω ③ 25 Ω ④ 150 Ω

(2) 抵抗 A と抵抗 B を並列に接続したときの合成抵抗はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 5.0 Ω ② 6.0 Ω ③ 25 Ω ④ 150 Ω

＜ Note ＞

PART4 ジュール熱

目標　電気を使う際にやり取りされるエネルギーについて学びましょう。

Chapter1　ジュール熱

1　ジュール熱

抵抗の存在する導体の場合，電流を流すと熱量が発生する。この熱を**ジュール熱**という。

時間 t あたりに発生するジュール熱は

（単位 [J]）

2　電力

電流がした仕事率を**電力**という。

電力は

（単位 [W]）

※電流がある時間にした仕事を**電力量**という。

3　電力の単位

※ 1Wh：1W の電力で 1 時間に行う仕事

まとめ

電力は単位時間あたりの量

講師からのMessage

電気によるエネルギーの利用，ジュール熱について学びます。

重要

←これを
ジュールの法則
といいます。

復習

仕事率は単位時間あたりの仕事のこと。

$P = \frac{W}{t}$

重要

問題を考えるときなどは，単位時間あたりのエネルギーなのか，全エネルギー量なのか，把握しながら進めましょう。

覚えておこう

1W = 1J/s
1Wh = 3.6 × 10^3J
1kWh = 10^3Wh

< Note >

Chapter2　演習問題

問１　電圧 3.0V，電流 2.0A の抵抗線で消費される電力を求めよ。

問２　5.0 Ωの抵抗線に 10V の電圧を加えて電流を流す場合，１時間で何 J の熱量が発生するか。

問３　20kWh は何 J か。

ここがPOINT

消費電力 $P = IV$ は 1s あたりの量です。

< Note >

第7講　PART4　確認問題

問1　5.0 Ωの抵抗に 5.0V の電圧を 1 分間かけ続けた。以下の各問いに答えなさい。

(1)　この抵抗で消費する電力はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.0W　　②　5.0W　　③　10W　　④　25W

(2)　この抵抗で発生するジュール熱はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　50J　　②　150J　　③　300J　　④　600J

問2　50 Ωの抵抗に 2.0A の電流を 30 秒間流し続けた。以下の各問いに答えなさい。

(1)　この抵抗で消費する電力はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　50W　　②　100W　　③　200W　　④　400W

(2)　この抵抗で発生するジュール熱はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1.0×10^3J　　②　1.5×10^3J　　③　3.0×10^3J　　④　6.0×10^3J

問3　ある電気器具に 100V の電圧をかけたところ，5.0A の電流が流れた。以下の各問いに答えなさい。

(1)　この電気器具で消費する電力はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　50W　　②　100W　　③　250W　　④　500W

(2)　この電気器具を 1 時間使用したときの電力量はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　50Wh　　②　250Wh　　③　500Wh　　④　1000Wh

(3) (2) のときに発生するジュール熱はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 3.0×10^3J　② 6.0×10^3J　③ 1.2×10^6J　④ 1.8×10^6J

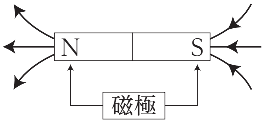
PART5 電流と磁場

目標　磁場の性質と，磁場の作り方について学びましょう。

Chapter1　電流と磁場

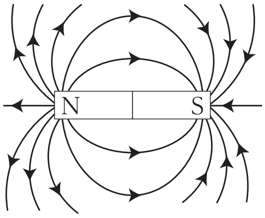
1　磁極と力

磁極にはN極とS極が存在し，同種どうしでは**斥力**，異種どうしでは**引力**がはたらく。



2　磁場と磁極

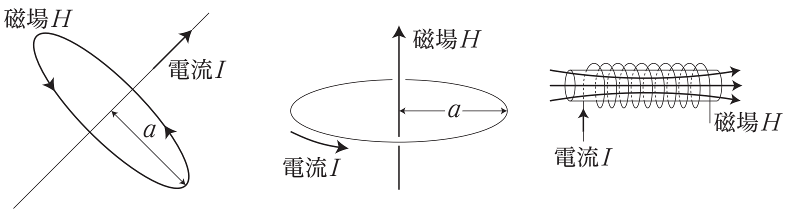
磁極のまわりには，N極から発生してS極に入る方向に磁場(磁界)が発生する。



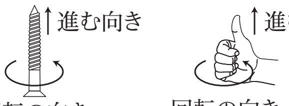
3　電流が作る磁場

電流のまわりには磁場ができる。その大きさは**電流の大きさに比例**する。また，その向きは**右ねじの法則**で決まる。

直線電流　円形電流　ソレノイド



※右ねじの法則：磁場の向きは,電流の向きに右ねじの進む向き(ねじを差し込む向き)を合わせるときに,右ねじのまわる向きである!



まとめ

電流のまわりには磁場が発生する。

講師からのMessage

磁石のまわりには磁場というものが発生しており，それによって力を及ぼしたりしています。

重要

N極とS極は**必ず対で存在**し，片方のみでは存在しない。

知っておこう

磁場のことを磁界と呼ぶこともある。

覚えておこう

普通のねじの場合，ねじ山に向かって時計回りにまわすと，ねじは進み，差し込まれていく。

＜ Note ＞

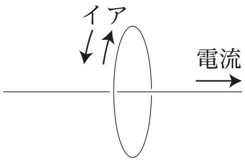
Chapter2　演習問題

　図のように電流を流した場合，生じる磁場の向きはア，イのどちらか。

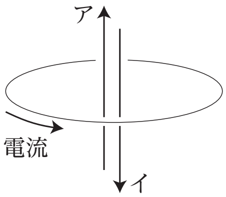
ここがPOINT

右ねじの法則で考えます。

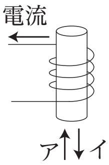
問 1



問 2



問 3



< Note >

第7講　PART5　確認問題

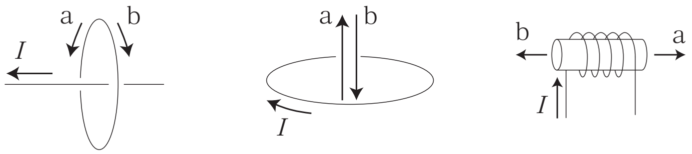
問1　次の文中の空欄ア～エにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

磁極にはN極とS極が存在し，同種の極どうしには（　ア　），異種の極どうしには（　イ　）がはたらく。磁極の周りには，（　ウ　）から出て，（　エ　）に入る向きに磁場が発生する。

① ア　斥力　イ　引力　ウ　N極　エ　S極
② ア　斥力　イ　引力　ウ　S極　エ　N極
③ ア　引力　イ　斥力　ウ　N極　エ　S極
④ ア　引力　イ　斥力　ウ　S極　エ　N極

問2　次のア～ウの図のように電流を流したときに生じる磁場の向きを正しく示している組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

ア　直線電流　　イ　円形電流　　ウ　ソレノイド



① ア　a　イ　a　ウ　a
② ア　a　イ　b　ウ　a
③ ア　b　イ　a　ウ　b
④ ア　b　イ　b　ウ　b

< Note >

PART6 電磁誘導

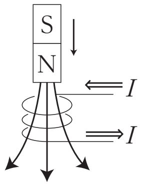
目標　電磁誘導について確認しましょう。

Chapter1　電磁誘導

1　電磁誘導　復習

　コイルなどの閉じた回路に磁石を近づけると，電池などが無くても電流が流れることがある。

　この現象を**電磁誘導**という。また，生じた電圧を**誘導起電力**，電流を**誘導電流**という。



講師からのMessage

中学でも習った電磁誘導について確認します。なお，ここは「物理」の講座でより詳しく扱います。

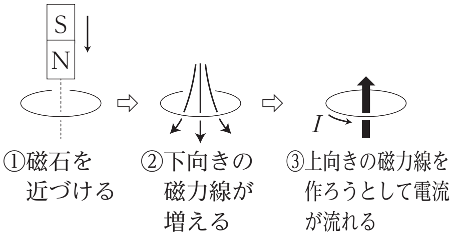
重要

磁場の「変化」が無いと電磁誘導は起きない！

2　電磁誘導の向きとレンツの法則　発展

レンツの法則：

「閉回路は，自身の内側を貫く**磁力線の数の変化を打ち消す向き**に起電力を生む」



まとめ

コイルに磁石を近づけたり遠ざけたりすると電磁誘導が起こる。

< Note >

Chapter2　演習問題

以下の［　　］を埋める言葉を選択肢から選んで記号で答えよ。

コイルなどの閉じた回路に磁石を近づけると［ア］が起き，回路に電流が流れる。このとき，N 極を近づけた場合の電流の向きと S 極を近づけた場合の電流の向きは［イ］であり，磁石を［ウ］動かした方が電流は強くなる。

選択肢

①電磁誘導

②静電誘導

③同じ

④逆

⑤速く

⑥ゆっくり

ここがPOINT

電磁誘導について，ちょっとした確認です。

< Note >

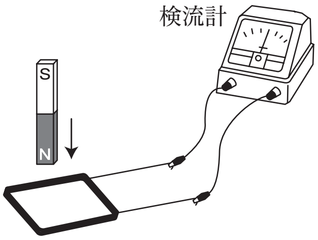
第7講　PART6　確認問題

問１　次の文中の空欄ア～ウにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

コイルに磁石を近づけたり遠ざけたりすると，電流が流れることがある。この現象を（　ア　）という。このとき流れた電流を（　イ　），生じる電圧を（　ウ　）という。

①　ア　静電誘導　　イ　誘導起電力　　ウ　誘導電流
②　ア　電磁誘導　　イ　誘導起電力　　ウ　誘導電流
③　ア　電磁誘導　　イ　誘導電流　　ウ　誘導起電力
④　ア　静電誘導　　イ　誘導電流　　ウ　誘導起電力

問２　図のように，検流計を接続したコイルに棒磁石の N 極を近づけたところ，検流計の針が右側に振れた。以下の場合, 検流計の針はどのように振れるか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。



(1)　S 極を近づけた。
①　右側　②　左側　③　左右交互　④　どちらにも振れない

(2)　N 極を遠ざけた。
①　右側　②　左側　③　左右交互　④　どちらにも振れない

(3)　S 極を遠ざけた。
①　右側　②　左側　③　左右交互　④　どちらにも振れない

(4)　N 極をコイルに向けて静止させた。
①　右側　②　左側　③　左右交互　④　どちらにも振れない

< Note >

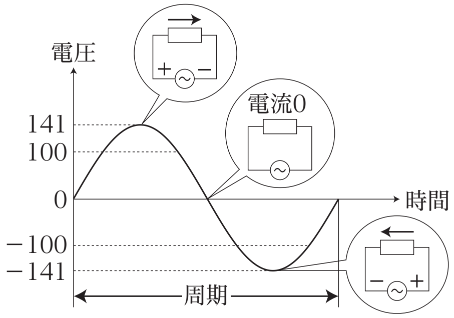
PART7 交流

目標　交流について，基本的な概念を理解しましょう。

Chapter1　交流

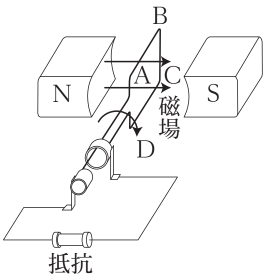
1　交流

家庭のコンセントから得られる電圧は，電池とは異なり，その大きさと向きが周期的に変化する。このような電圧を**交流電圧**という。この電圧が加わると，流れる電流も大きさと向きが周期的に変化する。これを**交流電流**という。



2　交流発電機

図のような装置で，コイル，または磁石の対を回転させると，コイルの内側を貫く磁場が常に変化し続ける。従って，恒常的に電磁誘導が起き，発電できる。このような装置を**交流発電機**という。



3　実効値

交流では，**電力の計算を直流の場合と同じように**行える**実効値**を使って計算を進めることが多い。

(　　　　　　)

（P：電力　I_e：電流の実効値　V_e：電圧の実効値）

講師からのMessage

交流について，軽く確認します。これは電磁誘導を利用して発電します。なお，ともに「物理」の講座で詳しく扱います。

知っておこう

直流（DC）：電流を流す向きが一方向
交流（AC）：電流を流す向きが周期的に変わる

重要

家庭用のコンセントでは，
最大値が 141V
実効値が 100V

覚えておこう

交流を使うメリットは変圧をしやすいこと。
PART8 参照

重要

発電には，**電磁誘導**を利用する。

まとめ

交流では，電流の向きや大きさが常に変化

Chapter2　演習問題

交流に関して，以下の文のうち正しい文を１つ選びなさい。

①電圧が周期的に変化する。

②電圧の振幅が変化するだけで，向きは変わらない。

③交流電流の向きは一方向となる。

④電圧の実効値とは，電圧の平均値のことである。

< Note >

第7講　PART7　確認問題

問1　次の文中の空欄ア～ウにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

電池のように大きさと向きが一定の電圧を（　ア　）電圧というのに対して，大きさと向きが周期的に変化する電圧を（　イ　）電圧という。（　イ　）では，電力の計算を（　ア　）の場合と同じように行える（　ウ　）を使って行うことが多い。

①　ア　交流　　イ　直流　　ウ　平均値

②　ア　交流　　イ　直流　　ウ　実効値

③　ア　直流　　イ　交流　　ウ　平均値

④　ア　直流　　イ　交流　　ウ　実効値

問2　交流について，電流と電圧の実効値が以下のとき，電力はそれぞれいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

(1)　電流 1.0A，電圧 100V

①　10W　　②　100W　　③　1.0×10^3W　　④　1.0×10^4W

(2)　電流 150mA，電圧 50V

①　0.075W　　②　0.75W　　③　7.5W　　④　75W

(3)　電流 10mA，電圧 6.6kV

①　0.66W　　②　6.6W　　③　66W　　④　660W

< Note >

PART8 変圧器と電力輸送

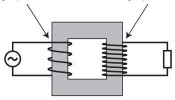
目標　電圧を変えるシステム，変圧器について学びましょう。

Chapter1　変圧器と電力輸送

1　変圧器（トランス）

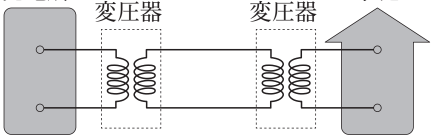
　共通の鉄心に２つのコイルを通し，一次コイル側に電流を流すと，磁場を介して電磁誘導がおき，**二次コイル側にも電圧**が生じる。（これを相互誘導という。）

　この時，一次コイル側と二次コイル側に生じる電圧の比は巻き数の比で決まる。



2　変圧器と電力輸送

　発電所から各家庭に電気を送る際，その途中の送電線において，どうしても電力が消費されてしまう。そこで，その**無駄を小さくする**ために，輸送の際は**一旦，数万ボルト程度の高電圧**にする。そして，各家庭につく前に実効値 100V にする。



まとめ

電気を送る際には，変圧器を通して電圧を変える。

講師からのMessage

相互誘導を利用して電圧を変える装置，変圧器について学びます。なお，ここは「物理」の講座で詳しく扱います。

知っておこう

変圧器は**相互誘導**という現象を利用。

重要

変圧器を機能させる鍵は電磁誘導なので，電流の変化が必要。

発展

理想的な変圧器の条件

$I_1V_1 = I_2V_2$

覚えておこう

交流を使うメリットは変圧をしやすいこと。

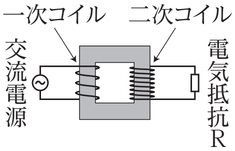
< Note >

Chapter2　演習問題

　図のように，巻き数100回の一次コイルと巻き数300回の二次コイルをもつ変圧器がある。一次コイルに電圧の実効値が100Vの交流電源をつなぎ，二次コイルに電気抵抗Rをつないだ。

問1　二次コイルに生じる電圧の実効値を求めよ。

問2　Rに流れた電流の実効値が6.0Aであった。Rの抵抗値はいくらか。



ここがPOINT

電圧の比は巻き数の比です。

< Note >

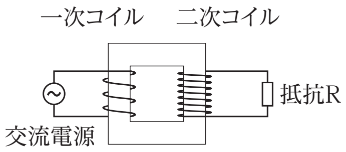
第７講　PART8　確認問題

問１　次の文中の空欄ア～ウにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

共通の鉄心に２つのコイルを通し，一次コイル側に交流電流を流すと，磁場を介して（　ア　）が起こり，二次コイル側にも交流電圧を生じる。このような装置を変圧器といい，これはコイルの（　イ　）という現象を利用している。このとき，一次コイル側と二次コイル側に生じる電圧の比は，それぞれのコイルの巻き数の比に（　ウ　）する。

①　ア　電磁誘導　　イ　相互誘導　　ウ　比例
②　ア　電磁誘導　　イ　自己誘導　　ウ　反比例
③　ア　静電誘導　　イ　相互誘導　　ウ　反比例
④　ア　静電誘導　　イ　自己誘導　　ウ　比例

問２　図のように，巻き数500回の一次コイルと巻き数2000回の二次コイルをもつ変圧器がある。一次コイルに実効値100Vの交流電源をつなぎ，二次コイルに抵抗値100Ωの電気抵抗Rをつないだ。以下の問いに答えなさい。



(1) 二次コイルに生じる電圧の実効値はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　25V　　②　50V　　③　200V　　④　400V

(2) 電気抵抗Rに流れる電流の実効値はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　0.25A　　②　0.50A　　③　2.0A　　④　4.0A

(3) 一次コイルにつないだ交流電源と二次コイルにつないだ電気抵抗をはずし，実効値 100V の交流電源を二次コイル側につなぐと，一次コイルに生じる電圧の実効値はいくらになるか。

① 25V　② 50V　③ 200V　④ 400V

問3 次の文中の空欄ア，イにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

発電所から家庭に電気を送る際，途中の送電線での電力消費を（　ア　）するために，（　イ　）電圧で送電している。変圧をしやすいことが交流の利点である。

① ア　大きく　イ　高い　② ア　大きく　イ　低い
③ ア　小さく　イ　高い　④ ア　小さく　イ　低い

第 8 講　エネルギーの利用

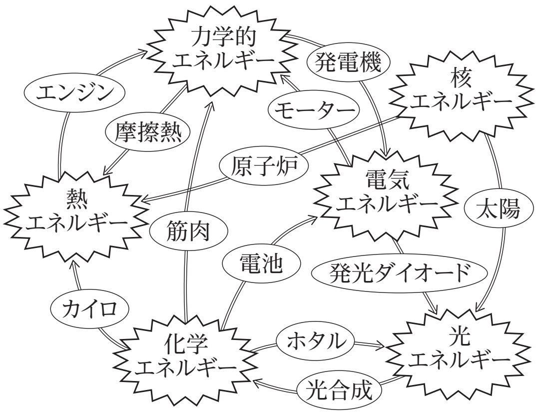
PART1 エネルギーの利用と変換

目標　我々が使うエネルギーの源や形について学びましょう。

Chapter1　エネルギーの利用と変換

1　エネルギーの利用と変換

我々は，自然界に存在するエネルギー源（エネルギー資源，1 次エネルギー）を使いやすい形（2 次エネルギー）に変換して利用する。



2　エネルギー保存則

エネルギーの変換に際し，様々な形を経ても，それにかかわる**すべてのエネルギーの総量は一定**に保たれる。

3　再生可能エネルギーと枯渇性エネルギー

再生可能エネルギー

太陽光，太陽熱，風力，水力，地熱，バイオマス　など

枯渇性エネルギー

石油，石炭，天然ガス，核燃料　など

まとめ

エネルギー保存則を利用して，我々はエネルギー源を使いやすい形にして使用している。

講師からのMessage

我々が使うエネルギーについて，それをどうやって利用しているのか考えます。

覚えておこう

1 次エネルギー：
石油，石炭，天然ガス，ウラン など

2 次エネルギー：
電気，ガソリン，都市ガス など

重要

エネルギーは全体では保存するので，如何に無駄なく利用していけるかが重要。

知っておこう

可採年数
石油：50
天然ガス：51
ウラン：99
石炭：132

＜ Note ＞

Chapter2　演習問題

次の発電は，どんなエネルギーの変換をともなうか。下の選択肢から選んで記号で答えよ。

(1) 水力発電

[ア] → 電気エネルギー

(2) 火力発電

[イ] → [ウ] → [エ] → 電気エネルギー

(3) 原子力発電

[オ] → [カ] → [キ] → 電気エネルギー

(4) 太陽光発電

[ク] → 電気エネルギー

(5) 風力発電

[ケ] → 電気エネルギー

(6) 地熱発電

[コ] → [サ] → 電気エネルギー

選択肢

①光エネルギー

②力学的エネルギー

③熱エネルギー

④化学エネルギー

⑤核エネルギー

ここがPOINT

それぞれの発電の流れを考えましょう。

< Note >

第 8 講　PART1　確認問題

問 1　次の装置，施設，現象等はどのようなエネルギー変換を行っているか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

(1) 水力発電

① 電気エネルギー　→　熱エネルギー
② 力学的エネルギー　→　電気エネルギー
③ 電気エネルギー　→　力学的エネルギー
④ 熱エネルギー　→　電気エネルギー

(2) 光合成

① 熱エネルギー　→　化学エネルギー
② 化学エネルギー　→　熱エネルギー
③ 化学エネルギー　→　光エネルギー
④ 光エネルギー　→　化学エネルギー

(3) 原子炉

① 核エネルギー　→　熱エネルギー
② 化学エネルギー　→　熱エネルギー
③ 化学エネルギー　→　核エネルギー
④ 核エネルギー　→　化学エネルギー

(4) 摩擦熱

① 化学エネルギー　→　熱エネルギー
② 力学的エネルギー　→　化学エネルギー
③ 力学的エネルギー　→　熱エネルギー
④ 熱エネルギー　→　力学的エネルギー

問 2　次のうち，再生可能エネルギーでないものはどれか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① 太陽熱　② 天然ガス　③ バイオマス　④ 風力

< Note >

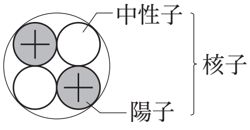
PART2 放射線

目標　放射線と，その正体について学びましょう。

Chapter1　放射線

1　原子核

X：原子(核)の名前
Z：原子番号
A：質量数



例:ヘリウムの原子核

※陽子と中性子をまとめて**核子**という。核子は原子核内で**核力**という力で結びついている。

2　放射線

ウランやラジウムなど，不安定な原子核は放射線を出し，別の原子核に変わる。これを**放射性崩壊**という。自然に放射線を出す能力を**放射能**という。

放射線の種類

	正体	電荷	透過性
α線	ヘリウムの原子核	＋2e	小
β線	（高速の）電子	－e	中
γ線	（波長の短い）電磁波	0	大

3　放射線に関わる単位

Bq：**単位時間当たり1回崩壊する**ときの放射能の強さが1Bq

Gy：対象となる**物体1kgあたりが吸収するエネルギーが**1Jであるときの**吸収線量**が1Gy

Sv：吸収線量に放射線の種類などに応じた係数をかけて補正した**等価線量**の値。または，放射線を受ける生物の組織によって影響度が異なるので，それを加味した**実効線量**を表す。

まとめ
放射線の種類と，放射能の単位をきちんと確認。

講師からのMessage
原子核の構造と，放射線について確認です。放射線の正体など，知識をきちんと確認し，頭に入れましょう。

復習
陽子の個数が同じで，**中性子の個数だけが異なる**原子核をもつ原子を**同位体**という。

知っておこう
放射能をもつ同位体を**放射性同位体**という。

重要
Bqは放射線を出す側，GyとSvは放射線を受けた側の話。

< Note >

Chapter2　演習問題

以下の[　　]を埋めよ。

α線の正体は[ア]であり，β線の正体は[イ]，γ線の正体は[ウ]である。このうち，電離作用が最も大きいものは[エ]であり，透過力が最も大きいものは[オ]である。

ここがPOINT

放射線の種類と性質の確認。暗記事項です。

< Note >

第 8 講　PART2　確認問題

問 1　次の文中の空欄ア～エにあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選びなさい。

原子核は（　ア　）と（　イ　）によってできていて，（　ア　）と（　イ　）をまとめて（　ウ　）という。（　ア　）の数はその原子の原子番号と同じで，（　ア　）の数が同じで（　イ　）の数が異なる原子どうしを，（　エ　）という。

	ア	イ	ウ	エ
①	中性子	陽子	核子	同位体
②	陽子	中性子	核子	同位体
③	陽子	中性子	核力	同素体
④	中性子	陽子	核力	同素体

問 2　放射線についての記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。ただし，e は電気素量とする。

①　α 線の正体はヘリウムの原子核で，電荷は $+2e$，透過性は小さい。

②　β 線の正体は高速の陽子で，電荷は $+e$，透過性は α 線より大きく γ 線より小さい。

③　γ 線の正体は中性子で，電荷は 0，透過性は大きい。

④　放射性崩壊を起こして放射線を出す物質を放射能という。

問 3　放射線や放射能とそれらに関わる単位についての記述として**誤っているもの**を，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　対象となる物体 1kg あたりが吸収するエネルギーが 1J であるときの吸収線量が 1Gy である。

②　原子核が単位時間あたり 1 回放射性崩壊を行うときの放射能の強さが 1Sv である。

③　吸収線量に放射線の種類などに応じた係数をかけて補正したものを等価線量という。

④　放射線を受ける生物の組織によって異なる影響度を加味したものを実効線量という。

< Note >

第 9 講　物理基礎のための数学
PART1 物理基礎のための数学1

目標　三角比の基本を確認しましょう。

Chapter1　物理基礎のための数学 1

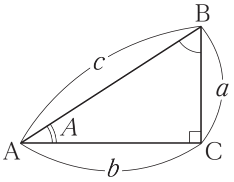
1　三角比の定義

右図の直角三角形 ABC において，

$\cos A = \dfrac{b}{c}$，$\sin A = \dfrac{a}{c}$，$\tan A = \dfrac{a}{b}$

$b = c\cos A$，$a = c\sin A$，$a = b\tan A$

が成り立つ。

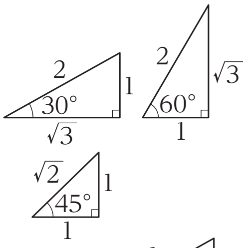


2　三角比の値

$\cos 30^\circ = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$，$\sin 30^\circ = \dfrac{1}{2}$，$\tan 30^\circ = \dfrac{1}{\sqrt{3}}$

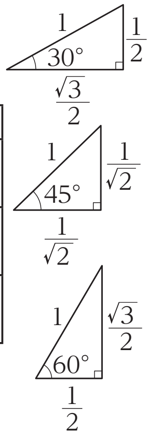
$\cos 60^\circ = \dfrac{1}{2}$，$\sin 60^\circ = \dfrac{\sqrt{3}}{2}$，$\tan 60^\circ = \sqrt{3}$

$\cos 45^\circ = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$，$\sin 45^\circ = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$，$\tan 45^\circ = 1$



・一覧表

θ	0°	30°	45°	60°	90°	120°	135°	150°	180°
$\sin\theta$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0
$\cos\theta$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{\sqrt{2}}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1
$\tan\theta$	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	／	$-\sqrt{3}$	-1	$-\frac{1}{\sqrt{3}}$	0



3　相互関係

① $\cos^2\theta + \sin^2\theta = 1$　　② $\tan\theta = \dfrac{\sin\theta}{\cos\theta}$

③ $1 + \tan^2\theta = \dfrac{1}{\cos^2\theta}$

まとめ

定義を間違えずに覚える！！

講師からのMessage

三角比について，定義や値の確認です。力を分解するときをはじめ，よく使う概念です。

重要

tan（タンジェント）は傾き

知っておこう

30°，45°，60° のときの値だけが出せればよい。

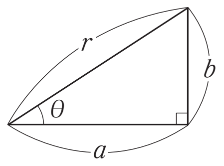
< Note >

Chapter2　演習問題

問1　$\sin 30°$の値を求めよ。

問2　$\tan\theta = 1$のとき，$\cos\theta$と$\sin\theta$の値を求めよ。ただし，$0° < \theta < 90°$とする。

問3　次の図で，aとbの長さをrとθを用いて表せ。



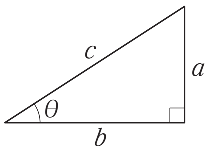
ここがPOINT

三角比の定義を思い出しましょう。

< Note >

第９講　PART1　確認問題

問１　下図の直角三角形について，以下の各問いに答えなさい。



(1) $\sin\theta$を表す式として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① $\dfrac{b}{a}$　② $\dfrac{a}{b}$　③ $\dfrac{a}{c}$　④ $\dfrac{b}{c}$

(2) bを表す式として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① $c\cos\theta$　② $a\cos\theta$　③ $c\sin\theta$　④ $a\sin\theta$

問２　次の三角比の値はいくらか。最も適当なものを，①～④のうちからそれぞれ一つ選びなさい。

(1) $\sin 45^\circ$

① 0　② $\dfrac{1}{2}$　③ $\dfrac{1}{\sqrt{2}}$　④ $\dfrac{\sqrt{3}}{2}$

(2) $\cos 60^\circ$

① 0　② $\dfrac{1}{2}$　③ $\dfrac{1}{\sqrt{2}}$　④ $\dfrac{\sqrt{3}}{2}$

(3) $\tan 30^\circ$

① 0　② $\dfrac{1}{\sqrt{3}}$　③ 1　④ $\sqrt{3}$

問3 $\sin\theta = \frac{4}{5}$ のとき，以下の各問いに答えなさい。ただし，$0° < \theta < 90°$ とする。

(1) $\cos\theta$ の値はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① $\frac{3}{4}$　② $\frac{3}{5}$　③ $\frac{1}{2}$　④ $\frac{2}{5}$

(2) $\tan\theta$ の値はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

① $\frac{3}{5}$　② $\frac{3}{4}$　③ $\frac{4}{3}$　④ $\frac{5}{3}$

PART2 物理基礎のための数学2

目標　ベクトルについて，基本事項を確認しましょう。

Chapter1　物理基礎のための数学２

1　ベクトル

・定義

向きと**大きさ**をセットにした量を**ベクトル**という。

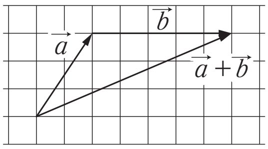
2　性質

・相等

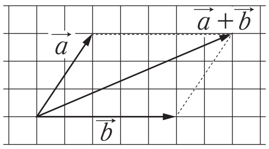
向きと大きさが等しいベクトルは，すべて**同じもの**とみなす。

同じベクトルは平行移動で重ね合わせることができる。

・和

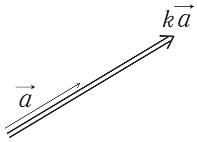


または

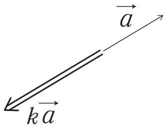


・スカラー倍

ベクトルにある数字を掛け算すると，その数値の分だけ長さが変わる。



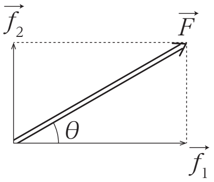
$k > 0$ のとき



$k < 0$ のとき

3　分解

ベクトルは分解もできる。特に物理では，**垂直な２方向のベクトルへの分解**が重要。



講師からのMessage

物理では，速度や力などのように，**大きさだけでなく向きも含めて考える量**を扱います。そのような量を扱うための数学的道具である**ベクトル**についてまとめます。

知っておこう

$\vec{a}$ の大きさは**絶対値**記号を用いて $|\vec{a}|$ と書く。

重要

和は矢印を繋ぎ合わせる。

重要

逆ベクトル

$-\vec{a}$ は，$\vec{a}$ と大きさが同じで向きが逆のベクトル

知っておこう

いわゆる「差」は定義せず，**逆向きのベクトルを足す**ことで表す。

重要

分解するときは**三角比**を使って長さを考える。

まとめ

定義を間違えずに覚える！！

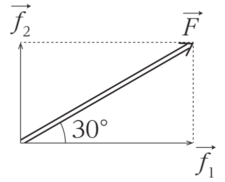
Chapter2　演習問題

　次の図では，ベクトル $\vec{F}$ を垂直な２つの方向のベクトル $\vec{f_1}$ と $\vec{f_2}$ に分解している。$\vec{f_1}$ と $\vec{f_2}$ の大きさを各々 $\vec{F}$ の大きさ F を用いて表せ。

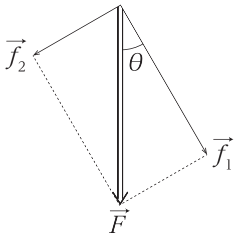
ここがPOINT

図をよく見て，三角比をつかいましょう。

問１



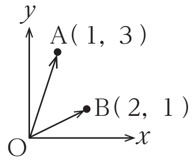
問２



< Note >

第９講　PART2　確認問題

問１　図の xy 平面上の２点 A（1，3），B（2，1）について，ベクトル $\overrightarrow{OA}$，$\overrightarrow{OB}$ を考える。以下の各問いに答えなさい。



(1) $\overrightarrow{OA}$ の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1　　②　$\sqrt{5}$　　③　3　　④　$\sqrt{10}$

(2) $\overrightarrow{OB}$ の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　1　　②　2　　③　$\sqrt{5}$　　④　3

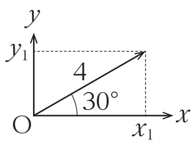
(3) $\overrightarrow{OA}+\overrightarrow{OB}$ の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　$\sqrt{15}$　　②　5　　③　$\sqrt{5}+\sqrt{10}$　　④　$2\sqrt{10}$

(4) $2\overrightarrow{OA}-\overrightarrow{OB}$ の大きさはいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　$\sqrt{15}$　　②　5　　③　$\sqrt{5}+\sqrt{10}$　　④　$2\sqrt{10}$

問2　図のような，x 軸の正方向とのなす角が 30°で，大きさが 4 のベクトルについて，以下の問いに答えなさい。



(1)　このベクトルを x 軸方向と y 軸方向の 2 つのベクトルに分解したときの，x 軸方向のベクトルの大きさ x_1 はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　$\sqrt{3}$　　②　2　　③　3　　④　$2\sqrt{3}$

(2)　このベクトルを x 軸方向と y 軸方向の 2 つのベクトルに分解したときの，y 軸方向のベクトルの大きさ y_1 はいくらか。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選びなさい。

①　$\sqrt{3}$　　②　2　　③　3　　④　$2\sqrt{3}$

［写真・映像提供元］
アフロ

テキスト解答

第 1 講　運動の表し方

PART1　速さ

問 1　25 m/s　　問 2　3.6 km/h

問 3　5 分　　問 4　0.50 m/s

PART2　速度

問 1　30 m/s　　問 2　－ 20 m/s

問 3　変位：35 m　道のり：65 m

PART3　速度の合成と相対速度

問 1　東向きに 12 m/s　　問 2　東向きに 9 m/s

問 3　北向きに 70 km/h

PART4　加速度

問 1　5.0 m/s^2　　問 2　14 m/s

問 3　－ 8.0 m/s（負の向きに 8.0 m/s）

PART5　等加速度直線運動の公式

問 1　－ 5.0 m/s^2　　問 2　2.0 s　　問 3　10 m

PART6　自由落下

問 1　速さ：9.8 m/s　移動距離：4.9 m

問 2　2.0 s　　問 3　19.6 m

PART7　鉛直投げ上げ・鉛直投げ下ろし

問 1　加速度の大きさ：9.8 m/s^2　高さ：19.6 m

問 2　39.2 m/s　　問 3　時間：4.0 s　速さ：19.6 m/s

第２講　様々な力とそのはたらき

PART1　力１

問１　【※図参照】　　問２　【※図参照】

問３　【※図参照】　　問４　【※図参照】

PART2　力２

問１　【※図参照】　　問２　【※図参照】　　問３　【※図参照】

PART3　力のつりあい

問１　3.0 N　　問２　$\dfrac{1}{\sqrt{3}}mg$　　問３　$\dfrac{1}{2}mg$

PART4　運動の３法則

ア：等速度運動　イ：慣性　ウ：力　エ：反比例

オ：物体Ｂ　カ：物体Ａ　キ：反作用　ク：逆

PART5　運動方程式

問１　5.0 m/s^2　　問２　4.9 m/s^2

PART6　静止摩擦力

問１　20 N　　問２　50 N

PART7　動摩擦力

問１　4.0 N　　問２　16 m/s^2

PART8　その他の力

問１　2.5 Pa　　問２　20 %　　問３　$\dfrac{mg}{k}$

第３講　力学的エネルギー

PART1　仕事

問１　15 J

問２　1.5 W

問３　外力 F：Fd　重力：0　垂直抗力：0　動摩擦力：$-\mu mgd$

PART2　運動エネルギー

問１　40 J

問２　5.0 m/s

PART3　仕事と運動エネルギーの関係

12 m/s

PART4　位置エネルギー

問１　98 J

問２　－ 98 J

問３　10 m

PART5　力学的エネルギー保存則

問１　20 m

問２　0.80 m/s

第 4 講　熱

PART1　熱と温度

問 1　27℃

問 2　573 K

PART2　熱量保存則

問 1　27 J/K

問 2　0.38 J/(g・K)

問 3　80℃

PART3　物質の三態と潜熱

6.6×10^5 J

PART4　熱と仕事

問 1　仕事：0 J　内部エネルギーの変化：10 J

問 2　30 J

問 3　0.17

第５講　波

PART1　波とは

【※図参照】

PART2　波形グラフと振動グラフ

問１　0.30 m　　問２　0.8 m

問３　0.4 s　　問４　2.5 Hz

PART3　波の基本式

問１　0.2 m　　問２　0.4 m

問３　0.20 s　　問４　5.0 Hz

PART4　横波と縦波

問１　O・D　　問２　B　　問３　O・D

PART5　重ね合わせの原理

問１　【※図参照】　　問２　【※図参照】

PART6　反射

問１　【※図参照】　　問２　【※図参照】

PART7　定常波

問１　【※図参照】　　問２　【※図参照】

第 6 講　音

PART1　音波

問 1　340 m/s

問 2　2 回 /s

PART2　弦の振動

問 1　60 cm

問 2　240 m/s

PART3　気柱の共鳴1

問 1　68 cm

問 2　500 Hz

問 3　C と G

PART4　気柱の共鳴2

問 1　34 cm

問 2　1000 Hz

第 7 講　電気

PART1　電気量と静電気力

1：帯電　2：静電気　3：静電気力

4：電荷　5：電気量　6：C（クーロン）　7：斥力　8：引力

9：電子　10：陽子　11：中性子　12：1.6×10^{-19}

PART2　電流

3.0×10^{19} 個 /s

PART3　抵抗とオームの法則

問 1　2.0×10^{-4} Ω　　問 2　6.0 Ω

問 3　bc 間：1.5 Ω　ac 間：4.5 Ω　電流の大きさ：2.0 A

PART4　ジュール熱

問 1　6.0 W　　問 2　7.2×10^{4} J　　問 3　7.2×10^{7} J

PART5　電流と磁場

問 1　イ　　問 2　ア　　問 3　ア

PART6　電磁誘導

ア：①　イ：④　ウ：⑤

PART7　交流

①

PART8　変圧器と電力輸送

問 1　300 V　　問 2　50 Ω

第８講　エネルギーの利用

PART1　エネルギーの利用と変換

(1)　ア：②

(2)　イ：④　ウ：③　エ：②

(3)　オ：⑤　カ：③　キ：②

(4)　ク：①

(5)　ケ：②

(6)　コ：③　サ：②

PART2　放射線

ア：ヘリウム原子核　イ：電子　ウ：電磁波　エ：α線　オ：γ線

第９講　物理基礎のための数学

PART1　物理基礎のための数学１

問１　$\frac{1}{2}$

問２　$\cos\theta$：$\frac{1}{\sqrt{2}}$　$\sin\theta$：$\frac{1}{\sqrt{2}}$

問３　a：$r\cos\theta$　b：$r\sin\theta$

PART2　物理基礎のための数学２

問１　$\vec{f_1}$：$\frac{\sqrt{3}}{2}F$　$\vec{f_2}$：$\frac{1}{2}F$

問２　$\vec{f_1}$：$F\cos\theta$　$\vec{f_2}$：$F\sin\theta$

確認問題解答

第 1 講　PART1　確認問題　解答

問 1

（1）③

解説：

$v = \dfrac{x}{t}$ より，$v = \dfrac{100}{10} = 10\text{m/s}$

（2）②

解説：

$v = \dfrac{x}{t}$ より，$t = \dfrac{x}{v} = \dfrac{400}{32} = 12.5\text{h}$

（3）②

解説：

1 時間あたり 90km 進む。1 時間は 60 分，90km は 90000m なので，1 分間では $\dfrac{90000}{60} = 1500\text{m}$ 進む。

（4）②

解説：

グラフより, 40 秒間で, $30 - 10 = 20\text{m}$ 進んでいるので, 速さは　$v = \dfrac{x}{t} = \dfrac{20}{40} = 0.50\text{m/s}$

（5）④

解説：

$x - t$ 図では，等速直線運動のグラフは直線となるから, 誤っているのは折れ線になっている④である。

第1講　PART2　確認問題　解答

問 1

（1）④

解説：

移動距離は，移動した距離を足すだけでよいので，

$25 + 15 = 40\text{m}$

（2）③

解説：

変位は移動の向きも含めて考える。右向きが正だから

$(+25) + (-15) = +10\text{m}$

問 2

（1）①

解説：

速度を求めるので，変位の向きに注意する。

$v = \dfrac{x}{t}$ より，$v = \dfrac{+20}{5.0} = +4.0\text{m/s}$

（2）③

解説：

$v = \dfrac{x}{t}$ より，$v = \dfrac{-15}{3.0} = -5.0\text{m/s}$

（3）④

解説：

下向きの速度なので，負の速度となる。

（4）④

解説：

西向きの速度なので負の速度となることに注意して，

$(-5.0) \times 10 = -50\text{m}$

第1講　PART3　確認問題　解答

問 1

（1）②

解説：

東向きを正の向きとすると，流れの速度は＋ 3.0m/s，船の速度は＋ 5.0m/s であるから，岸から見た船の速度は，

(＋ 5.0) ＋ (＋ 3.0) ＝＋ 8.0m/s

（2）③

解説：

東向きを正の向きとすると，流れの速度は＋ 3.0m/s，船の速度は－ 5.0m/s であるから，岸から見た船の速度は，

(－ 5.0) ＋ (＋ 3.0) ＝－ 2.0m/s

問 2

（1）①

解説：

右向きを正の向きとすると，A の速度は＋ 4.0m/s，B の速度は＋ 5.0m/s である。よって，A に対する B の相対速度は，(＋ 5.0) － (＋ 4.0) ＝＋ 1.0m/s

（2）④

解説：

北向きを正の向きとすると，自動車の速度は＋ 30km/h，電車の速度は－ 60km/h である。よって，自動車に対する電車の相対速度は，

(－ 60) － (＋ 30) ＝－ 90km/h

第1講　PART4　確認問題　解答

問 1

（1）②

解説：

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 - 0}{5.0} = 2.0\ \mathrm{m/s^2}$$

（2）①

解説：

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4.0 - 2.0}{2.0} = 1.0\ \mathrm{m/s^2}$$

（3）③

解説：

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3.0 - 6.0}{3.0} = -1.0\mathrm{m/s^2}$$

（4）②

解説：

求める速度を v とすると $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ より，

$$2.0 = \frac{v - 3.0}{3.0}$$

$$v = 2.0 \times 3.0 + 3.0 = 9.0\mathrm{m/s}$$

（5）③

解説：

東向きを正の向きとし，求める時間を t とすると，

$a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$ より，$-3.0 = \dfrac{0 - 12}{t}$

これより，$-3.0 \times t = -12$

よって，$t = 4.0$ 秒後

第1講　PART5　確認問題　解答

問 1

（1）④

解説：

$v = v_0 + at = 10 + 2.0 \times 3.0 = 16\text{m/s}$

（2）②

解説：

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 5.0 \times 2.0 + \frac{1}{2} \times 1.0 \times 2.0^2 = +12\text{m}$

（3）④

解説：

$v^2 - {v_0}^2 = 2ax$ より，$3.0^2 - 5.0^2 = 2a \times 4.0$

よって，$a = -2.0\text{m/s}^2$

問 2

（1）③

解説：

$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-3.0 - 5.0}{4.0} = -2.0\text{m/s}^2$

（2）③

解説：

$v = v_0 + at$ より，$0 = 5.0 + (-2.0) \times t$

よって，$t = 2.5\text{s}$

（3）①

解説：

$x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より，

$x = 5.0 \times 4.0 + \frac{1}{2} \times (-2.0) \times 4.0^2 = +4.0\text{m}$

（4）②

解説：

物体は点 O を通過してから正の向きに進み，2.5s 後に速度が 0 となって静止し，4.0s 後まで負の向きに進んだ。

0s ～ 2.5s の変位は $x = v_0 t + \frac{1}{2}at^2$ より，$x = 5.0 \times 2.5 + \frac{1}{2} \times (-2.0) \times 2.5^2 = 6.25$　また，2.5s ～ 4.0s の変位は $x = 0 \times 1.5 + \frac{1}{2} \times (-2.0) \times 1.5^2 = -2.25$

よって，0s ～ 4.0s の移動距離は, 変位の大きさを足して,

6.25 + 2.25 = 8.5m

第1講　PART6　確認問題　解答

問 1

（1）③

解説：

$v = v_0 + gt = 0 + 9.8 \times 1.5 = 14.7\text{m/s}$

（2）②

解説：

$x = v_0t + \frac{1}{2}gt^2 = 0 \times 2.0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2.0^2 = 19.6\text{m}$

問 2

（1）③

解説：

$x = v_0t + \frac{1}{2}gt^2$ より，初速度 $v_0 = 0\text{m/s}$ なので

$44.1 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$

$44.1 = 4.9 \times 9$，$9.8 = 4.9 \times 2$ に注意して，

$t = 3.0$ 秒後

（2）③

解説：

初速度 $v_0 = 0\text{m/s}$，(1) より $t = 3.0\text{s}$ なので

$v = v_0 + gt = 0 + 9.8 \times 3.0 = 29.4\text{m/s}$

（3）②

解説：

$v^2 - {v_0}^2 = 2gx$ より，初速度 $v_0 = 0\text{m/s}$ なので

$v^2 - 0^2 = 2 \times 9.8 \times 4.9$　よって，$v = 9.8\text{m/s}$

第 1 講　PART7　確認問題　解答

問 1

（1）②

解説：

最高点での速さは 0m/s なので $v = v_0 - gt$ より

$0 = 29.4 - 9.8 \times t$　よって，$t = 3.0$s

（2）④

解説：

(1) の解答より，最高点までの時間は 3.0s なので

$y = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 = 29.4 \times 3.0 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 3.0^2 = 44.1$m

（3）③

解説：

$v^2 - v_0{}^2 = -2gy$ より

$9.8^2 - 29.4^2 = -2 \times 9.8 \times y$

よって，$y = 39.2$m

（4）②

解説：

(1) の解答より，最高点までの時間は 3.0s。最高点から再び地上に戻るまでの時間も 3.0s なので，3.0 + 3.0 = 6.0s

問 2

（1）③

解説：

$v = v_0 + gt = 3.0 + 9.8 \times 2.0 = 22.6$m/s

（2）①

解説：

$$y = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 = 3.0 \times 1.0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 1.0^2 = 7.9\text{m}$$

（3）②

解説：

$v^2 - {v_0}^2 = 2gy$ より，$5.0^2 - 3.0^2 = 2 \times 9.8 \times y$

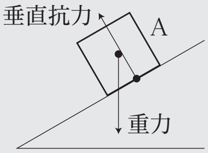
よって，$y = 0.816\cdots \fallingdotseq 0.82\text{m}$

第 2 講　PART1　確認問題　解答

問 1　④

解説：

正しくは右図。



問 2　②

解説：

重力 $mg = 10 \times 9.8 = 98\text{N}$

問 3

（1）②

解説：

フックの法則 $F = kx$ より　$5.0 = 10 \times x$

よって，$x = 0.50\text{m}$

（2）①

解説：

質量 1.0kg の物体にはたらく重力は

$mg = 1.0 \times 9.8 = 9.8\text{N}$

フックの法則 $F = kx$ より　$9.8 = 49 \times x$

よって，$x = 0.20\text{m}$

第 2 講　PART2　確認問題　解答

問 1

（1）③

解説：
作用反作用の関係にある 2 つの力は，2 つの物体が互いに及ぼす力で，それらは逆向きで大きさが等しい。手が壁を押す力を作用としたときの反作用は，壁が手を押す力である。

（2）①

解説：
リンゴにはたらく垂直抗力は，机がリンゴを押す力なので，その反作用は，リンゴが机を押す力である。

（3）②

解説：
物体にはたらく重力は，地球が物体を引く力なので，その反作用は，物体が地球を引く力である。

（4）①

解説：
糸が物体を引く力の反作用は，物体が糸を引く力である。

第 2 講　PART3　確認問題　解答

問 1　④

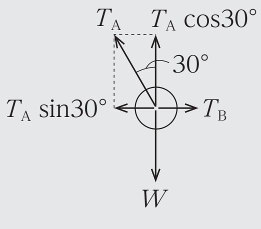
解説：
鉛直に投げ上げられて最高点に達した瞬間の物体には，下向きの重力のみがはたらいているので，力はつりあっていない。

問 2　④

解説：
物体にはたらく重力は $5.0 \times 9.8 = 49\text{N}$
垂直抗力を N とすると，力のつりあいより，
$N + 3.0 - 49 = 0$　よって，$N = 46\text{N}$

問 3
（1）③

解説：
T_A の水平方向の成分は $T_A \sin 30^\circ$，鉛直方向の成分は $T_A \cos 30^\circ$ となる。
鉛直方向の力のつりあいの式は，$T_A \cos 30^\circ - W = 0$



（2）②

解説：
水平方向の力のつりあいの式は，$T_B - T_A \sin 30^\circ = 0$

第 2 講　PART4　確認問題　解答

問 1　②

解説：
止まっている物体は静止し続け，運動している物体は速度を保って動き続けようとする。この性質を慣性という。

問 2

（1）①

解説：
物体に外から力が加わると，物体には力と同じ向きの加速度が生じる。

（2）②

解説：
物体の加速度の大きさは，物体に加わる力の大きさに比例し，物体の質量に反比例する。

問 3

（1）④

解説：
物体 A が物体 B に力を及ぼすとき，物体 B は物体 A に逆向きで同じ大きさの力を及ぼす。

（2）③

解説：
(1) のように 2 つの物体の間で互いに及ぼす力の一方を作用，他方を反作用といい，このような力がはたらくことを，作用・反作用の法則という。

第 2 講　PART5　確認問題　解答

問 1

（1）②

解説：

$ma = F$ より，$10 \times a = 25$　よって，$a = 2.5\text{m/s}^2$

（2）③

解説：

$ma = F$ より，$F = 5.0 \times 2.0 = 10\text{N}$

（3）③

解説：

$ma = F$ より，$m \times 1.5 = 45$　よって，$m = 30\text{kg}$

（4）②

解説：

重力の斜面に平行な成分は

$25 \times 9.8 \times \sin 30^\circ = 122.5\text{N}$

よって，運動方程式は

$25 \times a = 122.5$　これより，$a = 4.9\text{m/s}^2$

第 2 講　PART6　確認問題　解答

問 1

（1）④

解説：

物体が静止しているとき，物体に加える力と静止摩擦力がつり合っている。

（2）③

解説：

物体が動き出す直前の静止摩擦力を最大摩擦力といい，このとき物体に加えた力とつり合っている。

最大摩擦力 $R_{max} = \mu N$ より，

$49 = \mu \times 10 \times 9.8$　よって，$\mu = 0.50$

問 2　①

解説：

物体にはたらく重力の斜面に平行な成分 $mg\sin\theta$ と最大摩擦力 R_{max} がつり合う。また，$R_{max} = \mu N = \mu mg\cos\theta$ なので，

$$mg\sin\theta = \mu mg\cos\theta$$

これより，$\mu = \dfrac{mg\sin\theta}{mg\cos\theta} = \tan\theta$

第 2 講　PART7　確認問題　解答

問 1

（1）④

解説：

水平面上の物体にはたらく垂直抗力の大きさは，力のつりあいより，物体にはたらく重力の大きさと等しい。

（2）②

解説：

動摩擦力 $R' = \mu' N = 0.20 \times 20 = 4.0\text{N}$

問 2

（1）④

解説：

物体にはたらく垂直抗力の大きさは，鉛直方向の力のつりあいより，物体にはたらく重力の大きさと等しいので，

$N = mg = 5.0 \times 9.8 = 49\text{N}$

（2）③

解説：

動摩擦力 $R' = \mu' N = 0.30 \times 49 = 14.7 \fallingdotseq 15\text{N}$

（3）①

解説：

運動方程式は，

$5.0 \times a = 20 - 14.7$

よって，$a = 1.06 \fallingdotseq 1.1\text{m/s}^2$

第 2 講　PART8　確認問題　解答

問 1　④

解説：

物体にはたらく重力は $10 \times 9.8 = 98\text{N}$

$p = \dfrac{F}{S} = \dfrac{98}{0.25} = 392 \fallingdotseq 390\text{Pa}$

問 2

（1）③

解説：

物体にはたらく重力と浮力がつり合っている。よって，浮力の大きさは重力の大きさに等しく，$1.0\text{g} = 1.0 \times 10^{-3}$ kg より，

$F = 50 \times 0.70 \times 10^{-3} \times 9.8 = 0.343 \fallingdotseq 0.34\text{N}$

（2）④

解説：

液体に沈んでいる部分の体積 V〔cm^3〕は，はたらく浮力の大きさから

$0.343 = 1.0 \times V \times 10^{-3} \times 9.8$ より，$V = 35\text{cm}^3$

よって，$\dfrac{35}{50} \times 100 = 70\%$

問 3　③

解説：

雨滴が終端速度となるときは，重力と空気の抵抗力がつり合っているので，

$4.0 \times 10^{-5} = 6.5 \times 10^{-6} \times v$

$v = 6.15\cdots \fallingdotseq 6.2\text{m/s}$

第 3 講　PART1　確認問題　解答

問 1

（1）④

解説：

仕事 $W = Fx = 20 \times 4.0 = 80\text{J}$

（2）④

解説：

仕事率 $P = \dfrac{W}{t} = \dfrac{80}{5.0} = 16\text{W}$

問 2

（1）③

解説：

物体は動滑車により 2 本のひもでつるされているので，持ち上げるためには，物体にかかる重力の半分でよい。

$10\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 \div 2 = 49\text{N}$

（2）④

解説：

物体にかかる重力は 98N なので，

$W = 98 \times 1.0 = 98\text{J}$

（3）③

解説：

仕事の原理により，滑車を使っても使わなくても仕事の量は同じなので，$98 = 49 \times x$ より，$x = 2.0\text{m}$

第 3 講　PART2　確認問題　解答

問 1　④

解説：

エネルギーとは仕事をする能力である。

問 2

（1）③

解説：

$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 4.0 \times 2.0^2 = 8.0\text{J}$

（2）②

解説：

$K = \frac{1}{2}mv^2$ より，$45 = \frac{1}{2} \times 10 \times v^2$，$v^2 = 9.0$，
$v = 3.0\text{m/s}$

（3）②

解説：

$K = \frac{1}{2}mv^2$ より，$40 = \frac{1}{2} \times m \times 4.0^2$，
$m = 5.0\text{kg}$

第 3 講　PART3　確認問題　解答

問 1

（1）④

解説：

$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0{}^2 = Fx$ より，

$Fx = \frac{1}{2} \times 5.0 \times 4.0^2 - \frac{1}{2} \times 5.0 \times 2.0^2$

$= 30\text{J}$

（2）②

解説：

$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0{}^2 = Fx$ より，

$\frac{1}{2} \times 10 \times v^2 - \frac{1}{2} \times 10 \times 1.0^2 = 8.0 \times 5.0$

よって，$v = 3.0\text{m/s}$

（3）③

解説：

$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0{}^2 = Fx$ より，

$0 - \frac{1}{2} \times 2.0 \times 5.0^2 = -25\text{J}$，

仕事の大きさは 25J

（4）②

解説：

重力から仕事をされるので，$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0{}^2 = Fx$ より，

$\frac{1}{2} \times 10 \times v^2 - 0 = 10 \times 9.8 \times 4.9$

よって，$v = 9.8\text{m/s}$

第３講　PART4　確認問題　解答

問１

（１）①

解説：

3階の床面を基準とすると，4階の床は5.0mの高さなので，

$U = mgh = 10 \times 9.8 \times 5.0 = 4.9 \times 10^2$J

（２）④

解説：

3 階の床面を基準とすると，1 階の床は 10m 低いので，

$U = mgh = 10 \times 9.8 \times (-10) = -9.8 \times 10^2$J

（３）③

解説：

(1) と (2) で求めた重力の位置エネルギーの差を求める。

$4.9 \times 10^2 - (-9.8 \times 10^2) = 1.47 \times 10^3 \fallingdotseq 1.5 \times 10^3$J

問２　④

解説：

$U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2} \times 0.40 \times 2.0^2 = 0.80$J

問３　③

解説：

その力による仕事が，初めと終わりの位置だけで決まり，途中の経路によらない力を保存力という。

第 3 講　PART5　確認問題　解答

問 1

（1）③

解説：

$U = mgh = 1.0 \times 9.8 \times 0.10 = 0.98\text{J}$

（2）②

解説：

(1) より，B 点での力学的エネルギーは 0.98J なので，

$0.98\text{J} = \frac{1}{2}mv^2$ より，

$0.98 = \frac{1}{2} \times 1.0 \times v^2$,

$v^2 = 1.96$

よって，$v = 1.4\text{m/s}$

（3）①

解説：

(1) より，C 点での力学的エネルギーは 0.98J なので，

$0.98\text{J} = \frac{1}{2}kx^2$ より，$0.98 = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 10^2 \times x^2$,

$x^2 = 1.96 \times 10^{-2}$　よって，$x = 0.14\text{m}$

（4）②

解説：

物体にはたらく力は, 重力 (保存力), 垂直抗力, 弾性力 (保存力) である。垂直抗力は仕事をしないので，力学的エネルギーは保存する。よって，小物体は出発点の A 点まで戻る。

第 4 講　PART1　確認問題　解答

問 1

（1）②

解説：
物質を構成する分子や原子は乱雑な運動を絶えず行っている。この運動を熱運動という。

（2）④

解説：
熱運動が激しいほど，個々の原子や分子がもつ運動エネルギーは大きい。

問 2

（1）④

解説：
$T = t + 273$ より，$T = 27 + 273 = 300\text{K}$

（2）③

解説：
$T = t + 273$ より，$T = (-100) + 273 = 173\text{K}$

（3）②

解説：
$T = t + 273$ より，
$100 = t + 273$　よって，$t = 100 - 273 = -173$℃

（4）③

解説：
$T = t + 273$ より，
$350 = t + 273$　よって，$t = 350 - 273 = 77$℃

第 4 講　PART2　確認問題　解答

問 1

（1）③

解説：

$Q = C\Delta T$ より，

$450\text{J} = C \times 10\text{K}$　よって，$C = 45\text{J/K}$

（2）①

解説：

$Q = mc\Delta T$ より，

$450\text{J} = 100\text{g} \times c \times 10\text{K}$

よって，$c = 0.45\text{J/(g·K)}$

問 2　③

解説：

$C = mc$ より，

$C = 50\text{g} \times 0.38\ \text{J/(g·K)} = 19\text{J/K}$

問 3　④

解説：

水の比熱を c，求める温度を t とすると，熱量保存則より，

$100\text{g} \times c \times (t - 20℃) = 300\text{g} \times c \times (80℃ - t)$

よって，$t = 65℃$

第 4 講　PART3　確認問題　解答

問 1　④

解説：

物体が固体から液体に状態変化しているとき，温度は変わらない。このとき，物体は固体と液体が共存する状態となる。

問 2

（1）②

解説：

$100\text{g} \times 330\text{J/g} = 33000\text{J} = 3.3 \times 10^4\text{J}$

（2）③

解説：

$200\text{g} \times 2250\text{J/g} = 450000\text{J} = 4.50 \times 10^5\text{J}$

第 4 講　PART4　確認問題　解答

問 1

（1）③

解説：

$Q = \Delta U + W$ より，

$40J = 15J + W$　よって，$W = 25J$

（2）④

解説：

$Q = \Delta U + W$ より，

$25J = \Delta U + (-15J)$　よって，$\Delta U = 40J$

問 2

（1）②

解説：

$$e = \frac{W}{Q_{in}} = \frac{15}{50} = 0.30$$

（2）②

解説：

$$e = \frac{W}{Q_{in}} = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{Q_{in}} = \frac{80 - 60}{80} = \frac{20}{80} = 0.25$$

第 5 講　PART1　確認問題　解答

問 1　②

解説：
ある媒質に生じた振動などの運動が，周囲に伝わっていく現象を波（または波動）という。振動の生まれる点を波源といい，媒質のもとの位置からのずれを変位という。

問 2　③

解説：
水面上を伝わる水面波は，水面が上下に振動して伝わるので，媒質は水である。

第 5 講　PART2　確認問題　解答

問 1

（1）②

解説：

振幅は，波の振動の中心から振動の端までの長さで，波形グラフの山の高さ，または谷の深さで表される。

（2）③

解説：

波長は，波 1 つ分の長さのことで，隣り合う山と山，または谷と谷の距離である。

（3）③

解説：

周期は，波が 1 回振動するのにかかる時間なので，$\dfrac{20\text{s}}{10} = 2.0\text{s}$

（4）①

解説：

振動数は，波が 1 秒間に振動する回数なので，$\dfrac{10}{20\text{s}} = 0.50\text{Hz}$

（5）②

解説：

波は 1 周期の間に 1 波長進むので，速さは $\dfrac{4.0\text{m}}{2.0\text{s}} = 2.0\text{m/s}$

（6）④

解説：

$t = 0\text{s}$ で，$x = 0\text{m}$ での変位は $y = 2.0\text{m}$，周期は 2.0s なので，振動グラフは④。

第 5 講　PART3　確認問題　解答

問 1

（1）③

解説：

1 回振動するのにかかる時間が周期なので，振動グラフより，4.0s

（2）②

解説：

$f=\dfrac{1}{T}$ より，$f=\dfrac{1}{4.0\text{s}}=0.25\text{Hz}$

（3）②

解説：

$v=f\lambda=0.25\text{Hz}\times10\text{m}=2.5\text{m/s}$

または，$v=\dfrac{\lambda}{T}=\dfrac{10\text{m}}{4.0\text{s}}=2.5\text{m/s}$

問 2

（1）④

解説：

$v=\dfrac{\lambda}{T}$ より，$\lambda=3.0\text{m/s}\times2.0\text{s}=6.0\text{m}$

（2）④

解説：

$v=f\lambda=15\text{Hz}\times2.0\text{m}=30\text{m/s}$

（3）①

解説：

$f=\dfrac{1}{T}$ より，$T=\dfrac{1}{10\text{Hz}}=0.10\text{s}$

第 5 講　PART4　確認問題　解答

問 1　①

解説：
横波は，媒質の振動方向と，波の進む向きが垂直の波である。一方，縦波は，媒質の振動方向と，波の進む向きが平行であり，疎密波ともいわれる。音波は縦波の代表的な例である。

問 2

（1）④

解説：
最も疎な位置は，媒質が周囲へ遠ざかるところである。グラフの変位 y が負から正に変わる点が最も疎となる。

（2）②

解説：
最も密な位置は，媒質が周囲から集まるところである。グラフの変位 y が正から負に変わる点が最も密となる。

（3）①

解説：
グラフの変位 y が正の向きに最大となる位置である。

第 5 講　PART5　確認問題　解答

問 1　③

解説：
2 つの波が重ね合わさってできる波を合成波といい，その変位はそれぞれの波の変位の和である。重なり合ったあとは，もとの波の形に戻って進んでいく。これを波の独立性という。

問 2

（1）①

解説：
それぞれの波の 2 秒後の波形をかき，重なっている部分の変位の和を考える。

（2）④

解説：
それぞれの波の 2 秒後の波形をかき，重なっている部分の変位の和を考える。正の変位と負の変位は打ち消しあうことに注意する。

第 5 講　PART6　確認問題　解答

問 1

（1）③

解説：

4.0 秒後の入射波と反射波の合成波を作図する。自由端なので，入射波を左右に折り返すと反射波が得られる。

（2）①

解説：

4.0 秒後の入射波と反射波の合成波を作図する。固定端なので，入射波を上下，左右に折り返すと反射波が得られる。

第 5 講　PART7　確認問題　解答

問 1

（1）④

解説：

$v = \dfrac{\lambda}{T}$ より，$T = \dfrac{8.0\text{cm}}{1.0\text{cm/s}} = 8.0\text{s}$

（2）④

解説：

点 P が自由端の場合，y 軸上で入射波の山と反射波の山が重なって，振幅 2 倍の山 (できる定常波の腹) となる。

（3）②

解説：

(2) より，点 P が腹となる。定常波の隣り合う腹と節の間の距離は 4 分の 1 波長なので，$\dfrac{8.0\text{cm}}{4} = 2.0\text{cm}$ となる。あとは 4.0cm（半波長）おきに節となる。

（4）④

解説：

点 P が固定端の場合は，点 P が必ず節になる。(3) より，点 P から 4.0cm（半波長）おきに節となる。

第 6 講　PART1　確認問題　解答

問 1

（1）②

解説：

$V = 331.5 + 0.6t$ より，

$V = 331.5 + 0.6 \times 15 = 340.5\text{m/s}$

（2）①

解説：

$V = 331.5 + 0.6t$ より，

$V = 331.5 + 0.6 \times (-10) = 325.5\text{m/s}$

（3）②

解説：

音速を求めるときの温度はセルシウス温度を使うので，

300K ＝ 27℃として，$V = 331.5 + 0.6t$ に代入する。

$V = 331.5 + 0.6 \times 27 = 347.7\text{m/s}$

問 2　①

解説：

音の大きさは，その振幅で決まり，音の高さは，その振動数によって決まる。また音色は，その波形によって決まる。

問 3　③

解説：

おんさ B はおんさ A より 3Hz 高い振動数の音を出すので，

440Hz ＋ 3Hz ＝ 443Hz

第 6 講　PART2　確認問題　解答

問 1

（1）①

解説：

腹が 1 つの定常波を生じる固有振動を基本振動という。

（2）④

解説：

$\lambda = \dfrac{2l}{n}$ より，$\lambda = \dfrac{2 \times 0.90}{1} = 1.8\text{m}$

（3）④

解説：

$v = f\lambda$ より，$v = 400\text{Hz} \times 1.8\text{m} = 720\text{m/s}$

（4）③

解説：

弦の固有振動数は $f = \dfrac{v}{2l} \cdot n$ と表されるので，v と l を変えずに振動数が 3 倍になると，n も 3 倍になる。よって，腹が 3 つの定常波ができる。

（5）③

解説：

$\lambda = \dfrac{2l}{n}$ に，$l = 0.45\text{m}$，$n = 1$ を代入すると，$\lambda = 0.90\text{m}$。

張力を変えなければ，弦を伝わる波の速さは変わらないので，$v = f\lambda$ より，$720 = f \times 0.90$

よって，$f = 800\text{Hz}$

第 6 講　PART3　確認問題　解答

問 1

（1）①

解説：
閉管の長さを長くしていったとき，初めて共鳴するときにできるのは基本振動の定常波である。

（2）②

解説：
$l = 0.17$m で閉管の基本振動となる定常波の波長は，$\lambda = 4l$ より，$\lambda = 4 \times 0.17 = 0.68$m　また，$v = f\lambda$ より，$340 = f \times 0.68$　よって，$f = 500$Hz

（3）③

解説：
基本振動の次に共鳴するのは，3 倍振動の定常波ができたときであるから，そのときの閉管の長さは $l = \frac{\lambda}{4} \times 3$ より，
$l = \frac{0.68}{4} \times 3 = 0.51$m（(1)の 3 倍。）

（4）③

解説：
同じ閉管の長さで基本振動の次に共鳴するのは，3 倍振動の定常波ができたときであるから，共鳴するときの振動数も 3 倍となる。よって，$500\text{Hz} \times 3 = 1500\text{Hz}$

（5）②

解説：
疎密の変化が最大となるのは，できた定常波の節の位置である。3 倍振動の節の位置は，閉管の閉じた端と管口から管の長さの 3 分の 1 の距離の位置となる。
よって，$0.51 \times \frac{1}{3} = 0.17$m

第 6 講　PART4　確認問題　解答

問 1

（1）③

解説：

開管に基本振動ができた場合の定常波の波長は，管長の 2 倍なので，50cm × 2 = 100cm。

（2）③

解説：

$f = \dfrac{v}{\lambda}$ より，$f = \dfrac{340[\mathrm{m/s}]}{1.0[\mathrm{m}]} = 340\mathrm{Hz}$

波長は m の単位に変換して計算する。

（3）②

解説：

開管に 2 倍振動ができた場合の定常波の波長は，管の長さに等しいので，50cm。

（4）④

解説：

$f = \dfrac{v}{\lambda}$ より，$f = \dfrac{340[\mathrm{m/s}]}{0.5[\mathrm{m}]} = 680\mathrm{Hz}$（(2)の 2 倍。）

波長は m の単位に変換して計算する。

（5）③

解説：

管の長さが同じならば，3 倍振動の振動数は基本振動の 3 倍になるので，340Hz × 3 = 1020Hz。

第 7 講　PART1　確認問題　解答

問 1　④

解説：

電気量の単位は [C]（クーロン）

問 2　②

解説：

電荷の間には静電気力がはたらく。電荷には正と負の 2 種類があり，異種の電荷どうしは引きあい，同種の電荷どうしは反発しあう。

問 3

（1）①

解説：

原子は，正の電荷をもつ原子核と，それをとりまく負の電荷をもつ電子からできている。原子核は，正の電荷をもつ陽子と，電荷をもたない中性子で構成されている。

（2）②

解説：

電気素量の大きさは 1.6×10^{-19}C

第 7 講　PART2　確認問題　解答

問 1　③

解説：

電流の担い手は自由電子であり，電子は，電流の流れる向きとは逆向きに動いている。

問 2　③

解説：

電子のもつ電気量の大きさは 1.6×10^{-19}C であり，これに通過した電子の個数を掛ければ，通過した電気量 Q となる。よって，

$I = \dfrac{Q}{t}$ より，$I = \dfrac{(1.6 \times 10^{-19}) \times (1.5 \times 10^{19})}{1.0} = 2.4$A

問 3　①

解説：

電子の個数を n として，$I = en$ より，

$n = \dfrac{3.2}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.0 \times 10^{19}$ 個

第７講　PART3　確認問題　解答

問１

（１）④

解説：

$I = \dfrac{V}{R}$ より，$V = IR = 2.0 \times 10 = 20\mathrm{V}$

（２）③

解説：

$I = \dfrac{V}{R}$ より，$R = \dfrac{V}{I} = \dfrac{5.0}{0.20} = 25\ \Omega$

（３）①

解説：

$I = \dfrac{V}{R}$ より，$I = \dfrac{V}{R} = \dfrac{10}{20} = 0.50\mathrm{A}$

問２　③

解説：

$R = \rho\dfrac{l}{S} = 1.1 \times 10^{-6} \times \dfrac{0.30}{1.0 \times 10^{-8}} = 33\ \Omega$

問３

（１）③

解説：

直列接続なので，$10 + 15 = 25\ \Omega$

（２）②

解説：

並列接続なので，$\dfrac{1}{R} = \dfrac{1}{10} + \dfrac{1}{15}$ より，$R = 6.0\ \Omega$

第7講　PART4　確認問題　解答

問1

（1）②

解説：
$P = \dfrac{V^2}{R} = \dfrac{5.0^2}{5.0} = 5.0\mathrm{W}$

（2）③

解説：
$Q = Pt = 5.0 \times 60 = 300\mathrm{J}$

問2

（1）③

解説：
$P = I^2R = 2.0^2 \times 50 = 200\mathrm{W}$

（2）④

解説：
$Q = Pt = 200 \times 30 = 6.0 \times 10^3\mathrm{J}$

問3

（1）④

解説：
$P = IV = 5.0 \times 100 = 500\mathrm{W}$

（2）③

解説：
$500 \times 1 = 500\mathrm{Wh}$

（3）④

解説：
$1\mathrm{Wh} = 3.6 \times 10^3\mathrm{J}$ より，$(3.6 \times 10^3) \times 500 = 1.8 \times 10^6\mathrm{J}$

第 7 講　PART5　確認問題　解答

問 1　①

解説：

磁極には N 極と S 極が存在し，同種の極どうしには斥力，異種の極どうしには引力がはたらく。磁極の周りには N 極から出て S 極に入る向きに磁場が発生する。

問 2　②

解説：

電流の周りにできる磁場の向きは，電流の向きに右ねじの進む向きを合わせたときに，右ねじの回る向きである。（右ねじの法則）

第 7 講　PART6　確認問題　解答

問 1　③

解説：
コイルに磁石を近づけたり遠ざけたりすると，電流が流れることがある。この現象を電磁誘導という。このとき流れた電流を誘導電流といい，生じる電圧を誘導起電力という。

問 2

（1）　②

解説：
N 極を近づけると右側に振れたので，S 極を近づけると逆の左側に振れる。

（2）　②

解説：
N 極を近づけると右側に振れたので，N 極を遠ざけると逆の左側に振れる。

（3）　①

解説：
(1) より，S 極を近づけると左側に振れるので，S 極を遠ざけると逆の右側に振れる。

（4）　④

解説：
コイルに対して磁石が静止しているときは磁場が変化しないので，電磁誘導は起こらず，誘導電流は流れない。

第 7 講　PART7　確認問題　解答

問１　④

解説：
電池のように大きさと向きが一定の電圧を直流電圧というのに対して，大きさと向きが周期的に変化する電圧を交流電圧という。交流では，実効値を使って計算を進めることが多い。

問２

（１）　②

解説：
交流の電力は，電流の実効値と電圧の実効値の積で表す。
1.0A × 100V = 100W

（２）　③

解説：
[mA] を [A] に直してから計算。
150mA × 50V = 0.15A × 50V = 7.5W

（３）　③

解説：
10mA × 6.6kV = 0.010A × 6600V = 66W

第7講　PART8　確認問題　解答

問１　①

解説：

変圧器は，２つのコイル間の電磁誘導によって生じる相互誘導という現象を利用している。各コイルの電圧の比は巻き数の比に比例する。

問２

（１）④

解説：

コイルの巻き数の比と電圧の比は比例するので，

$\frac{500}{2000} = \frac{100}{V}$ より，$V = 400\text{V}$

（２）④

解説：

オームの法則より，$I = \frac{400\text{V}}{100\Omega} = 4.0\text{A}$

（３）①

解説：

コイルの巻き数の比と電圧の比は比例するので，

500 回 /2000 回＝ V/100V より，$V = 25\text{V}$

$\frac{500}{2000} = \frac{V}{100}$ より，$V = 25\text{V}$

問３　③

解説：

一定の電力を送る場合，送電線で消費される電力は，電流が大きいほど大きくなってしまうので，電圧を大きくすることで電流を小さくしている。

第 8 講　PART1　確認問題　解答

問 1

（1）②

解説：
水力発電は，水が落下することによる力学的エネルギーを，発電機を回して発電することにより電気エネルギーに変換している。

（2）④

解説：
光合成は，植物の細胞内にある葉緑体が光エネルギーを受けて，化学反応を起こしているので，化学エネルギーに変換している。

（3）①

解説：
原子炉はウランやプルトニウムの核分裂により，核エネルギーを熱エネルギーに変換している。

（4）③

解説：
摩擦熱は運動によって熱を生じているので，力学的エネルギーを熱エネルギーに変換している。

問 2　②

解説：
天然ガスは，石油，石炭や核燃料と同じ枯渇性エネルギーである。再生可能エネルギーには，この他に太陽光，水力，地熱などがある。

第 8 講　PART2　確認問題　解答

問 1　②

解説：
原子核は陽子と中性子によりできていて，これらをまとめて核子という。陽子の数は原子番号に等しく，陽子の数が同じで中性子の数が異なる原子どうしを同位体という。

問 2　①

解説：
β 線の正体は高速の電子で，電荷は $-e$。γ 線の正体は波長の短い電磁波である。放射能は，自然に放射線を出す能力のことである。

問 3　②

解説：
②は Bq(ベクレル) の説明である。

第9講　PART1　確認問題　解答

問1

（1）③

解説：

三角比の定義より，$\sin\theta = \dfrac{\text{高さ}}{\text{斜辺}} = \dfrac{a}{c}$

（2）①

解説：

三角比の定義より，$\cos\theta = \dfrac{b}{c}$　よって，$b = c\cos\theta$

問2

（1）③

解説：

辺の比 $1:1:\sqrt{2}$ の直角三角形から，三角比の定義より

$\sin 45^\circ = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$

（2）②

解説：

辺の比 $1:2:\sqrt{3}$ の直角三角形から，三角比の定義より

$\cos 60^\circ = \dfrac{1}{2}$

（3）②

解説：

辺の比 $1:2:\sqrt{3}$ の直角三角形から，三角比の定義より

$\tan 30^\circ = \dfrac{1}{\sqrt{3}}$

問３

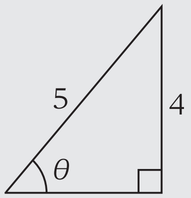
（１）　②

解説：

$0° < \theta < 90°$ なので，

右図より

$\cos\theta = \dfrac{3}{5}$



$\sqrt{5^2 - 4^2} = 3$

（２）　③

解説：

(1)の図より

$$\tan\theta = \frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5}} = \frac{4}{3}$$

第 9 講　PART2　確認問題　解答

問 1

（1）　④

解説：

$\overrightarrow{OA} = (1,\ 3)$ の大きさは，$\sqrt{1^2+3^2} = \sqrt{10}$

（2）　③

解説：

$\overrightarrow{OB} = (2,\ 1)$ の大きさは，$\sqrt{2^2+1^2} = \sqrt{5}$

（3）　②

解説：

$\overrightarrow{OA}+\overrightarrow{OB} = (1,\ 3)+(2,\ 1) = (1+2,\ 3+1) = (3,\ 4)$

よって，$\overrightarrow{OA}+\overrightarrow{OB}$ の大きさは，$\sqrt{3^2+4^2} = \sqrt{25} = 5$

（4）　②

解説：

$2\overrightarrow{OA}-\overrightarrow{OB} = (2\times 1,\ 2\times 3)-(2,\ 1) = (2-2,\ 6-1)$

$= (0,\ 5)$

よって，$2\overrightarrow{OA}-\overrightarrow{OB}$ の大きさは，$\sqrt{0^2+5^2} = \sqrt{25} = 5$

問 2

（1）④

解説：

x 軸方向のベクトルの大きさは,

$$x_1 = 4 \times \cos 30^\circ = 4 \times \frac{\sqrt{3}}{2} = 2\sqrt{3}$$

（2）②

解説：

y 軸方向のベクトルの大きさは,

$$y_1 = 4 \times \sin 30^\circ = 4 \times \frac{1}{2} = 2$$

Ⓒ RECRUIT
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。